

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут (факультет) автоматизації і комп'ютерних систем імені проф. І.В.Ельперіна

Кафедра інформаційних технологій, штучного інтелекту і кібербезпеки

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
Андрій ФОРСЮК
(ім'я та прізвище)

(підпис)

«02» грудня 2025р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
Сергій ГРИБКОВ
(ім'я та прізвище)

(підпис)

«02» грудня 2025р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Управління інформацією та аналітика даних
на тему: Інформаційна система для аналізу успішності учнів випускних класів у СШ №61 з поглибленим вивченням інформаційних технологій

Виконав: здобувач 2 курсу, групи КН-2-2М

Шевчук Дар'я Олегівна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Грибков Сергій Віталійович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2025р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) автоматизації і комп'ютерних систем імені проф. І.В. Ельперіна

Кафедра інформаційних технологій, штучного інтелекту і кібербезпеки

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Управління інформацією та аналітика даних

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри інформаційних
технологій, штучного інтелекту і
кібербезпеки

Сергій ГРИБКОВ

«05» листопада 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Шевчук Дар'ї Олегівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Інформаційна система для аналізу успішності учнів випускних класів у СШ №61 з поглибленим вивченням інформаційних технологій

керівник роботи Грибков Сергій Віталійович, професор, доктор технічних наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 05 листопада 2025 року №906-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 01 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Дані успішності учнів випускних класів у СШ №61 2. Дані про педагогічний склад школи 3. Дані про навчальні предмети та навчальні програми 4. Технічні інструменти для реалізації аналітики

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

Розділ 1. Дослідження предметної області та постановка задачі.

Розділ 2. Дослідження та обґрунтування технологій, методів, алгоритмів.

Розділ 3. Реалізація та апробація інформаційної аналітичної системи

5. Перелік графічного матеріалу:

1. Модель організаційної структури 2. Модульна архітектура інформаційної системи 3. Модель бази даних 4. Інтерфейс інформаційної системи

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	проф. Грибков С.В.	01.10.2025	15.10.2025
2	проф. Грибков С.В.	15.10.2025	03.11.2025
3	проф. Грибков С.В.	03.11.2025	20.11.2025
4	проф. Грибков С.В.	20.11.2025	01.12.2025

7. Дата видачі завдання: 05 листопада 2025 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Робота над першим розділом.	01.10.2025 – 17.10.2025	Виконано
2	Робота над другим розділом.	17.10.2025 – 26.10.2025	Виконано
3	Розробка системи	26.10.2025 – 20.11.2025	Виконано
4	Робота над третім розділом.	20.11.2025 – 27.11.2025	Виконано
5	Оформлення презентації.	27.11.2025 – 01.12.2025	Виконано

Здобувач

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Дар'я ШЕВЧУК

(ім'я та прізвище)

Сергій ГРИБКОВ

(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Шевчук Дар'я Олегівна – Кваліфікаційна робота на тему: Інформаційна система для аналізу успішності учнів випускних класів у СШ №61 з поглибленим вивченням інформаційних технологій.

Робота присвячена дослідженню процесів аналізу успішності учнів випускних класів у СШ №61 з поглибленим вивченням інформаційних технологій та розробці інформаційної системи, яка автоматизує збір, обробку й візуалізацію цих даних.

У роботі розглянуто специфіку джерел інформації, методи аналізу навчальних даних, а також обґрунтовано вибір інструментів, зокрема використання середовища C# та платформи .NET Framework для створення інтерфейсу користувача і побудови інтерактивних діаграм, а також системи керування базами даних Microsoft SQL Server для зберігання та обробки даних.

Результатом дослідження є розроблена інформаційна система, яка забезпечує централізоване зберігання та узгоджену обробку навчальних даних, автоматизує процеси їх імпорту й підготовки, а також підтримує багатовимірний аналіз успішності учнів за роками, предметами, класами та статтю. Система надає засоби формування інформативних графічних звітів, що дозволяють своєчасно виявляти тенденції та закономірності у навчальних результатах. Запропоноване рішення підвищує ефективність моніторингу освітніх показників, сприяє точності аналітичних висновків та створює підґрунтя для подальшої цифровізації управлінських процесів у закладі загальної середньої освіти.

Ключові слова: ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, ШКОЛА, УСПІШНІСТЬ УЧНІВ, АНАЛІЗ ДАНИХ, ВІЗУАЛІЗАЦІЯ, .NET FRAMEWORK, WINDOWS FORMS, MICROSOFT SQL SERVER, УПРАВЛІНСЬКІ РІШЕННЯ.

SUMMARY

Shevchuk Darya Olehivna – Qualification work on the topic Information system for analyzing the success of students in the final grades of secondary school No. 61 with in-depth study of information technologies.

The work is devoted to the study of the processes of analyzing the success of students in the final grades of secondary school No. 61 with in-depth study of information technologies and the development of an information system that automates the collection, processing and visualization of this data.

The work considers the specifics of information sources, methods of analyzing educational data, and also justifies the choice of tools, in particular, the use of the C# environment and the .NET Framework platform for creating a user interface and building interactive diagrams, as well as the Microsoft SQL Server database management system for storing and processing data.

The result of the research is a developed information system that provides centralized storage and coordinated processing of educational data, automates the processes of their import and preparation, and also supports multidimensional analysis of student performance by years, subjects, classes and gender. The system provides means for generating informative graphic reports that allow timely detection of trends and patterns in educational results. The proposed solution increases the effectiveness of monitoring educational indicators, contributes to the accuracy of analytical conclusions and creates a basis for further digitalization of management processes in a general secondary education institution.

Keywords: INFORMATION SYSTEM, SCHOOL, STUDENT ACHIEVEMENT, DATA ANALYSIS, VISUALIZATION, .NET FRAMEWORK, WINDOWS FORMS, MICROSOFT SQL SERVER, MANAGEMENT SOLUTIONS.

ЗМІСТ

<u>ВСТУП.....</u>	<u>9</u>
<u>РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....</u>	<u>14</u>
<u>1.1. Загальна характеристика Спеціалізованої школи I-III ступенів №61</u>	<u>14</u>
<u>1.2. Опис існуючих інформаційних систем, що використовуються.....</u>	<u>17</u>
<u>1.3. Функціональне моделювання та аналіз існуючих бізнес-процесів.....</u>	<u>25</u>
<u>1.4. Виявлені задачі та проблеми, які вирішуються з використанням різних методів аналізу даних.....</u>	<u>31</u>
<u>1.5. Аналітичний огляд літератури.....</u>	<u>33</u>
<u>1.6. Постановка завдання на дослідження</u>	<u>35</u>
<u>1.7. Висновок по розділу 1.....</u>	<u>36</u>
<u>РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ, МЕТОДІВ, АЛГОРИТМІВ.....</u>	<u>38</u>
<u>2.1. Моделювання основних задач.....</u>	<u>38</u>
<u>2.2. Огляд та аналіз існуючих рішень для розв’язання виявлених задач.....</u>	<u>39</u>
<u>2.3. Обґрунтування вибору технологій, методів, алгоритмів.....</u>	<u>40</u>
<u>2.4. Висновок по розділу 2.....</u>	<u>42</u>
<u>РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ ТА АПРОБАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ.....</u>	<u>44</u>
<u>3.1. Проєктування та створення аналітичної системи.....</u>	<u>44</u>
<u>3.2. Дослідження та аналіз джерел даних для перевірки обраних технологій.....</u>	<u>63</u>
<u>3.3. Проєктування та створення сховища даних.....</u>	<u>64</u>
<u>3.4. Апробація створеної інформаційно-аналітичної системи та результати отриманих результатів.....</u>	<u>68</u>
<u>3.5. Висновок по розділу 3.....</u>	<u>84</u>

<u>ВИСНОВКИ.....</u>	<u>87</u>
<u>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</u>	<u>89</u>
<u>ДОДАТКИ.....</u>	<u>92</u>

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ДПА	державна підсумкова атестація
ІС	інформаційна система
СШ№61	спеціалізована школа І-ІІІ ступенів №61
СУБД	система управління базами даних

ВСТУП

Актуальність теми. Шкільна освіта є ключовим елементом забезпечення якості підготовки майбутніх фахівців та формування освітніх результатів на загальнонаціональному рівні. Контроль та оцінювання навчальних досягнень виконують функцію індикатора стану освітнього процесу, дозволяючи своєчасно визначати тенденції, відхилення та потреби у коригуванні освітніх програм. У сучасних закладах освіти формуються значні обсяги даних про успішність, однак їх опрацювання часто залишається несистемним.

В контексті цифрової трансформації освіти, яка розглядається як комплексна діяльність, спрямована на створення екосистеми цифрових рішень, що забезпечують ефективну взаємодію між учасниками освітнього процесу [1], зростає потреба у впровадженні інструментів для структурованої роботи з інформацією про навчальні результати. Наявні обсяги даних про успішність учнів вимагають застосування програмних засобів, що забезпечують їх стандартизацію, очищення та подальшу аналітичну обробку для підвищення якості управлінських рішень у сфері освіти.

Традиційні методи обліку й аналізу підсумкових оцінок переважно базуються на ручній обробці таблиць, що ускладнює отримання оперативних і порівняльних звітів. Тому виникає потреба у створенні зручних програмних засобів, здатних автоматизувати збір, збереження, обробку та візуалізацію освітніх даних.

Сучасні середні заклади освіти накопичують значний обсяг даних про навчальні результати учнів, які потребують системного аналізу для підвищення ефективності навчального процесу та прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Розроблення інформаційної системи для аналізу успішності учнів випускних класів сприятиме оптимізації роботи педагогічного колективу, підвищенню ефективності управління навчальним процесом і дозволить здійснювати моніторинг результатів навчання у динаміці.

Мета дослідження. Підвищити ефективність прийняття управлінських рішень у закладах середньої освіти шляхом розроблення інформаційної системи при складанні навчальних планів та корегуванні навчального процесу, що забезпечується за рахунок автоматизованого аналізу успішності учнів випускних класів.

Завдання дослідження:

- дослідження предметної області на прикладі спеціалізованої школи №61 з поглибленим вивченням інформаційних технологій та визначення функціональних вимог до створюваної інформаційної системи;
- аналіз підходів збору та аналізу даних про успішність учнів;
- дослідження та обґрунтування вибору методів та технологій статистичної обробки даних;
- моделювання та створення бази даних для забезпечення проведення аналітичної обробки даних;
- створити модулі автоматизованого аналізу показників успішності з можливістю фільтрації за різними критеріями та забезпечити візуалізацію статистичної обробки даних.

Об'єктом дослідження є процес аналізу успішності учнів випускних класів середньої школи.

Предметом дослідження є методи та засоби аналітичної обробки даних про успішність учнів випускних класів середньої школи.

Методи дослідження. Основними методами дослідження в цій роботі є дотримання загальнонаукових методологій і принципів системного підходу.

Для розв'язання поставлених задач використовувались такі методи:

- методи математичної статистики для обробки та оцінки ефекту застосування алгоритмів, методів та інформаційних технологій;
- методи функціонального та об'єктно-орієнтованого аналізу для дослідження предметних областей;

- методи інтелектуального аналізу даних для аналізу та класифікації показників успішності учнів;
- методи об'єктно-орієнтованого проектування, використані для створення інформаційної технології та елементів системи;
- теорія реляційних моделей даних при проектуванні структури бази даних для зберігання навчальної інформації;
- методи статистичного аналізу та методи оцінювання навчальних результатів, що застосовувались для побудови аналітичних звітів та візуалізацій;
- методи, засоби та технології сучасного прикладного програмування для побудови практичних реалізацій.

В роботі використано теоретичні та емпіричні методи дослідження. Теоретичною основою роботи є аналіз наукових праць провідних вітчизняних і закордонних учених у галузі аналізу освітніх даних, програмної інженерії та проектування інформаційних систем. Емпіричною основою роботи стали методи порівняння, вимірювання, спостереження, експериментальної перевірки та аналізу, застосовані для дослідження фактичних показників успішності учнів та апробації розробленої інформаційної системи.

Наукова новизна одержаних результатів. Знайшли подальший розвиток у використанні комплексного підходу до збору, обробки та аналітичного представлення даних успішності учнів випускних класів середньої школи, що дало змогу забезпечити об'єктивне порівняння навчальних результатів між класами, предметами, та навчальними програмами.

Практичне значення одержаних результатів.

Розроблено структуру реляційної бази даних, оптимізовану для зберігання історичних освітніх даних і виконання багатовимірного аналізу оцінок.

Удосконалено підхід до візуалізації освітніх показників шляхом використання інтерактивних графічних елементів, що забезпечують наочне представлення тенденцій навчальних досягнень.

Розроблена в межах кваліфікаційної роботи інформаційна система забезпечує автоматизований збір, збереження та аналіз даних про підсумкові оцінки учнів випускних класів. Це дозволяє здійснювати порівняння результатів між предметами, класами та роками навчання, виявляти тенденції у навчальних досягненнях і визначати напрями для підвищення якості освітнього процесу.

Отримані результати можуть бути використані адміністрацією школи для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, планування педагогічної роботи та оцінювання ефективності викладання.

Система підвищує ефективність аналітичної діяльності закладу, скорочує час на обробку інформації та створює основу для подальшого розвитку цифрових інструментів моніторингу освітніх результатів.

Апробація. Результати досліджень та розробок, викладених у кваліфікаційній роботі, доповідалися та обговорювалися на наукових конференціях і семінарах: II-й міжнародній науково-практичній конференції «Штучний інтелект та інформаційні технології» (АПТ-2025); у XII-й Міжнародній науково-технічній Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами» (2025);

Публікації. Шевчук Д.О. «Застосування LMS для аналітики успішності учнів, їх аналіз, порівняння, переваги, недоліки», 2-а міжнародна науково-практична конференція «Штучний інтелект та інформаційні технології» (АПТ-2025), с. 233-234 [2].

Д. О. Шевчук, С. В. Грибков (2025) «Розроблення системи для аналізу успішності учнів випускних класів», у XII-й Міжнародній науково-технічній Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами» [3].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Кваліфікаційна робота виконувалась згідно із планом науково-дослідних робіт кафедри інформаційних технологій, штучного інтелекту і кібербезпеки

Національного університету харчових технологій: НДР «Дослідження та використання сучасних інформаційних технологій для виконання функцій та завдань виробничого і організаційного управління підприємств харчової галузі» № ДР 0120U105386, 2020–2025 рр.; Дослідження та використання сучасних інформаційних технологій в освіті № ДР 0125U003888, 2025–2030 рр. Робота відповідає стратегічним завданням побудови безпечного електронного освітнього середовища, розвитку цифрової інфраструктури навчальних закладів, а також впровадження аналітичних систем для прийняття управлінських рішень на основі даних.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота містить вступ, три розділи, висновки, список використаних джерел, додатки. Повний обсяг роботи - 107 сторінок, включаючи 10 таблиць, 15 рисунків. Список використаних джерел (36 найменувань) – 3 сторінки.

РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1. Загальна характеристика Спеціалізованої школи I-III ступенів №61

Спеціалізована школа I-III ступенів №61 з поглибленим вивченням інформаційних технологій (Код ЄДРПОУ 22881805) [4], одна з шкіл Києву, в якій особливу увагу приділяють вивченню інформаційних технологій. Школа розташована за адресою: м. Київ, Шевченківський район, вул. Юрія Іллєнка, 39.

Школа була заснована і відкрита 22 листопада 1935 року [5]. Зараз у СШ №61 працюють 47 працівників [6] з серед яких адміністрація, педагогічний колектив та допоміжний персонал.

1.1.1. Організаційна структура СШ №61

Для представлення управління Спеціалізованою школою I-III ступенів №61 та її документообігу була створена організаційно-функціональна діаграма, яка представлена в додатку А рисунок А.1.

Спеціалізована школа I-III ступенів №61 з поглибленим вивченням інформаційних технологій має досить складну структуру. Головним є директор, але на нього впливають різні ради. Наприклад, Методична рада займається навчальними програмами, підтвердженнями навчально-методичних посібників та дидактичних матеріалів з предметів, затверджують календарно-тематичні плани та багато чого ще. А педагогічна рада займається аналізом та моніторингом процесу навчання, вони ухвалюють рішення, щодо роботи школи, та слідкують за їх виконанням. Також саме вони вирішують, чи буде зібрано клас, наприклад, якщо рада вирішить, що дітей чи вчителів недостатньо для створення 10 класу, значить його цього року не буде, а учням доведеться шукати іншу школу.

Самостійно директор без схвалення цих рад визначити усе це не може, але директор найчастіше сам є учасником Педагогічної та Методичної ради. Також директор входить до складу Батьківського комітету, який сприяє розв'язанню

питань навчання та виховання учнів, а також покращенню матеріальної бази школи.

Самоврядування учнів зазвичай займається організацією наукових, культурно-масових, спортивних, оздоровчих та інших заходів, але також захищає права та інтереси членів свого колективу, тобто інших учнів.

Заступник директора з адміністративно-господарчої частини разом з директором займається фінансами та матеріальним станом школи.

Заступники директора з навчально-виховної роботи та виховної роботи займаються адміністративною роботою пов'язаною з учнями та вчителями, вони самі найчастіше також являються вчителями.

Голова методичного об'єднання вибирається з вчителів по їх спеціалізації, наприклад: Голова кафедри Математики та Інформатики, Голова кафедри Української мови та літератури, Голова кафедри Іноземної мови, Голова кафедри класних керівників, Голова кафедри початкових класів.

Вчителя-предметники можуть одночасно входити у предметну кафедру та у кафедру класних керівників. А ось Вчителі початкових класів входять лише в свою кафедру.

Психолог (Соціальний педагог), також може викладати, як звичайний вчитель, якщо має педагогічну освіту, але найчастіше, він займається лише психологічним станом колективу школи та учнів.

Педагог-організатор, це звичайний вчитель, який додатково займається організацією різноманітних заходів, від конкурсів до концертів.

1.1.2. Дослідження роботи заступників директорів школи з навчально-виховної роботи

Заступники директора з навчально-виховної роботи є ключовими адміністративними працівниками школи, які контролюють навчальний процес, організовують роботу учителів та класних керівників і забезпечують аналіз успішності учнів. Вони поєднують адміністративні функції з викладацькою

діяльністю, тому потребують зручної аналітичної системи для моніторингу та прийняття рішень.

В результаті дослідження визначено функції та обов'язки заступників, що представлено в таблиці 1.1, а також взаємозв'язок с іншими працівниками (табл. 1.2).

Таблиця 1.1 - Завдання та функції заступників директора з навчально-виховної роботи

№	Задача	Функція
1	Планування навчального процесу	<ul style="list-style-type: none"> – розробка та контроль виконання навчальних планів; – узгодження календарно-тематичних планів; – формування навантаження для вчителів
2	Координація роботи учителів	<ul style="list-style-type: none"> – організація роботи вчителів-предметників та класних керівників; – методична підтримка та контроль виконання завдань
3	Моніторинг успішності учнів	<ul style="list-style-type: none"> – аналіз результатів тестів та атестацій; – підготовка довідок про успішність; – виявлення слабких місць у навчанні
4	Звітність та аналітика	<ul style="list-style-type: none"> – підготовка аналітичних довідок для директора та педагогічної ради; – підготовка рекомендацій для покращення навчального процесу

Таблиця 1.2 - Взаємодія заступників директора з навчально-виховної роботи з іншим персоналом школи

№	Підрозділ	Одержання	Надання
1	Директор	– стратегічні завдання та цілі школи; – адміністративні вказівки щодо організації навчального процесу;	– звіти про виконання навчальних планів; – аналітичні дані щодо успішності учнів; – пропозиції щодо організації навчального процесу
2	Педагогічна та методична рада	– рішення та рекомендації щодо організації навчального процесу; – методичні рекомендації	– результати моніторингу успішності учнів; – пропозиції щодо розподілу навантаження
3	Учителі-предметники та класні керівники	– плани уроків; – звіти про виконання навчальних планів; – дані про успішність учнів	– адміністративні вказівки; – рекомендації щодо покращення навчального процесу; – пропозиції щодо корекції навчальних планів
4	Психолог та соціальний педагог	– дані про соціально-психологічний стан учнів	– рекомендації щодо підтримки учнів; – поради для корекції навчального процесу

1.2. Опис існуючих інформаційних систем, що використовуються

На ринку програмного забезпечення існують програми, призначені для аналізу успішності учнів. Серед них виділяються міжнародні системи, що спеціалізуються на зборі, інтеграції та аналітиці даних про учнів для виявлення

проблемних зон, оцінки прогресу та прогнозування результатів. Серед них можна виділити наступні: Panorama Education [7], Schoolytics [8], SAS [9], Frontline Education [10] та EducateMe [11].

1.2.1. Платформа для дослідження успішності учнів "Panorama Education"

Платформа Panorama Education - міжнародна система для збору та аналізу даних про учнів. Підходить для шкіл та освітніх округів, які прагнуть комплексно відстежувати успішність та соціально-емоційний розвиток учнів. Платформа найбільш широко використовується у Сполучених Штатах, де нею користуються тисячі шкільних округів та державні освітні агентства. Платформа орієнтована на американський ринок і рідко застосовується в інших країнах.

Можливості:

- дашборди та візуалізація результатів для оперативного аналізу навчального процесу;
- автоматичний збір даних з різних джерел (успішність, поведінка, відвідуваність);
- виявлення проблемних зон та груп ризику учнів через MTSS (Multi-Tiered System of Supports);
- аналіз впливу освітніх програм через моніторинг ефективності інтервенцій та корекційних заходів;
- аналітика прогресу успішності учнів.

Обмеження:

- потребує навчання персоналу для роботи з платформою;
- потреба в IT-підтримці при підключенні декількох джерел даних;
- підтримка української мови відсутня.

Тарифи платформи не публікуються відкрито, вартість залежить від кількості учнів та масштабу округу. Наприклад, у 2025 році контракт з округом

(~68 300 учнів) склав близько \$512 250 на рік ($\approx 21\,166\,170$ грн/рік), що становить приблизно \$7.50 за учня ($\approx 309,90$ грн/рік) [12].

1.2.2. Платформа для дослідження успішності учнів "Schoolytics"

Платформа Schoolytics - міжнародна платформа для аналітики даних про учнів, інтегрує інформацію з різних освітніх систем і LMS. Вона призначена для шкіл та адміністрацій, які використовують кілька джерел даних. Найчастіше платформа застосовується у Сполучених Штатах та Канаді, де її інтегрують у роботу шкіл та освітніх округів для збору й аналізу даних про навчальні результати та відвідуваність.

Можливості:

- дашборди та візуалізація з налаштованими звітами для аналізу успішності класів і окремих учнів;
- автоматичне об'єднання даних з SIS, LMS, оцінок, поведінки та відвідуваності;
- аналітика прогресу успішності учнів і класів;
- виявлення учнів групи ризику та раннє попередження проблем у навчанні;
- аналіз впливу освітніх програм через відстеження результатів викладачів та динаміки прогресу;
- відстеження динаміки прогресу учнів і результатів викладачів.

Обмеження:

- потребує інтеграції з освітніми платформами (SIS/LMS);
- для повноцінного використання дашбордів потрібне навчання персоналу;
- потреба в IT-підтримці для інтеграції з іншими освітніми системами;
- деякі розширені функції доступні лише у платних тарифах;
- підтримка української мови відсутня.

Для окремих викладачів доступний тариф Teacher Pro – \$9.95/місяць (≈411,13 грн/місяць). Для шкіл ціна залежить від кількості учнів та масштабу інтеграцій.

1.2.3. Платформа для дослідження успішності учнів "SAS"

Платформа SAS (School Performance Management) - потужна міжнародна система для прогнозування та моделювання успішності учнів, орієнтована на великі школи та освітні системи. SAS є глобальною платформою для аналітики й освіти, яку використовують університети, школи та державні установи у Сполучених Штатах, країнах Європи, Азії, Африки й Австралії. Платформа належить до міжнародних рішень, які мають найбільше поширення у сфері вищої освіти.

Можливості:

- дашборди та візуалізація трендів для оперативного прийняття рішень;
- виявлення проблемних зон і ризикових учнів;
- автоматичний збір оцінок і даних з різних систем;
- аналітика прогресу успішності по класах, предметах, учнях і вчителях;
- аналіз впливу освітніх програм;
- аналіз впливу освітніх програм через моніторинг ефективності інтервенцій та корекційних програм;
- прогнозування успішності учнів і моделювання ефекту освітніх політик;
- ідентифікація учнів із високим ризиком низької успішності для планування підтримки.

Обмеження:

- необхідне навчання користувачів для роботи з аналітикою;
- необхідна IT-інфраструктура та технічна підтримка;
- підтримка української мови відсутня.

Ліцензія, на використання платформи, має індивідуальне ціноутворення для школи. Наприклад, у 2024 році ліцензія на 1-сокетний сервер у навчальному закладі коштувала \$1500/рік ($\approx 61\,980$ грн/рік) [13].

1.2.4. Платформа для дослідження успішності учнів "Frontline Education"

Платформа Frontline Education - міжнародна система для збору та аналізу даних про учнів, орієнтована на підтримку шкіл та освітніх округів у прийнятті обґрунтованих рішень щодо навчального процесу. Платформа найбільш широко використовується у Сполучених Штатах, де її інтегрують у роботу шкільних округів та окремих навчальних закладів, також її використовують у Великобританії та Канаді.

Можливості:

- дашборди та візуалізація результатів для оперативного аналізу навчального процесу;
- автоматичний збір даних з різних джерел (успішність, поведінка, відвідуваність);
- виявлення учнів з високим ризиком низької успішності для планування підтримки;
- аналітика прогресу та динаміки учнів;
- аналіз впливу освітніх програм через моніторинг ефективності інтервенцій та корекційних програм.

Обмеження:

- потребує навчання персоналу для роботи з платформою;
- потреба в ІТ-підтримці для підключення кількох джерел даних;
- підтримка української мови відсутня.

Вартість тарифів формується індивідуально для кожної школи чи округу, залежно від кількості співробітників і масштабу закладу. Відкритих тарифів

компанія не публікує. Наприклад, у 2022 році ліцензія на модуль *Absence & Substitute Management* для навчального закладу коштувала \$6,378.99/рік ($\approx 263\,516$ грн/рік) [14].

1.2.5. Платформа для дослідження успішності учнів "EducateMe"

Платформа *EducateMe* - міжнародна платформа для створення та управління онлайн-курсами, з вбудованими інструментами аналітики для відстеження успішності учнів. Платформа застосовується в різних країнах завдяки підтримці багатомовного інтерфейсу та можливості дистанційної співпраці між школами, викладачами та студентами. *EducateMe* орієнтована на міжнародний ринок, проте найширше використовується у європейських та близькосхідних освітніх установах. Також використовується в Україні, наприклад, *Ukrainian Hub* використовує *EducateMe* для проведення програм, буткемпів та інших освітніх курсів [15].

Можливості:

- дашборди та візуалізація прогресу учнів;
- автоматичний збір оцінок;
- аналітика прогресу учнів у навчанні;
- збір зворотного зв'язку від учнів для покращення навчального процесу;
- інтеграція з іншими платформами та інструментами.

Обмеження:

- потребує налаштування для інтеграції з іншими системами;
- може вимагати навчання персоналу для ефективного використання всіх функцій;
- підтримка української мови відсутня.

Стартовий тариф "Pro" - \$150 на місяць (≈ 198 грн/місяць) для 50 активних користувачів.

1.2.6. Порівняльна характеристика платформ для дослідження успішності учнів

Отже, детально проаналізовано п'ять платформ і складено зведену таблицю (табл. 1.3). для узагальнення даних. Для позначення наявності чи відсутності відповідних функцій використовується позначення «+» та «-», а для оцінки інших параметрів застосовано позначення «Н» - Низька, «С» - Середня та «В» - Висока.

Таблиця 1.3 - Порівняння інформаційних систем для шкіл

Назва	Panorama Education	Schoolytics	SAS	Frontline Education	EducateMe
Дашборди та візуалізація	+	+	+	+	+
Виявлення проблемних зон та груп ризику	+	+	+	+	-
Прогнозування успішності	-	-	+	-	-
Автоматичний збір оцінок	+	+	+	+	+
Аналітика прогресу успішності учнів	+	+	+	+	+
Аналіз впливу освітніх програм	+	+	+	+	-
Підтримка української мови	-	-	-	-	-
Необхідне навчання персоналу	B	C	B	C	C
Потреба в IT-підтримці	C	C	B	C	C

З наведених у таблиці 1.3. порівнянь інформаційних систем для шкіл можемо побачити, що попри ефективність зазначених систем, їх впровадження в Україні ускладнене низкою факторів: високою вартістю ліцензування, складністю інтеграції з наявними інформаційними системами закладів освіти, необхідністю підготовки персоналу та вимогами до технічної інфраструктури. Крім того, більшість цих платформ орієнтовані на великі освітні округи або мережі шкіл, що ускладнює їх використання у поодиноких навчальних закладах через

масштабність та специфіку функціоналу. Важливим недоліком є також відсутність підтримки української мови, що створює додаткові бар'єри для широкого впровадження вітчизняними освітніми установами. У результаті такі рішення не підійдуть більшості українських шкіл. Тому було прийнято рішення про розробку ІС, що підійде для аналізу успішності учнів випускних класів у СШ №61 з поглибленим вивченням інформаційних технологій.

1.3. Функціональне моделювання та аналіз існуючих бізнес-процесів

Функціональне моделювання бізнес-процесів є ключовим етапом системного аналізу діяльності організації, що дозволяє формалізувати внутрішню структуру, логіку виконання операцій та взаємодію між підрозділами. Воно дає змогу виявити вузькі місця, неефективності, дублювання функцій і потенційні резерви для оптимізації та автоматизації процесів.

Для дослідження роботи Спеціалізованої школи I–III ступенів №61 м. Києва були побудовані функціональні моделі основних бізнес-процесів із використанням нотації BPMN 2.0. Цей стандарт моделювання забезпечує уніфікований та інтуїтивно зрозумілий спосіб відображення послідовностей дій, подій і інформаційних потоків у межах організації.

Для реалізації моделювання застосовано програмний інструмент Bizagi Modeler, який дозволяє створити деталізовані діаграми з розмежуванням ролей (lanes), ідентифікувати типи елементів, встановити послідовності операцій та управлінські рішення [16].

Візуалізація процесів на діаграмах включає блоки завдань (tasks), подій (events), шлюзів (gateways) і стрілок, які відображають порядок виконання дій та інформаційні зв'язки. Такий підхід сприяє формалізації ролей і обов'язків, а також покращенню управління документообігом і взаємодії між підрозділами.

1.3.1. Аналіз бізнес-процесу «Організація навчального процесу»

Процес «Організація навчального процесу» (рис. 1.1) відображає комплекс дій директора та заступників директорів із навчально-виховної роботи, спрямованих на планування, координацію та звітність щодо навчального року. Модель має міжфункціональну структуру з використанням доріжок (lanes), що чітко визначають відповідальність кожного учасника процесу.

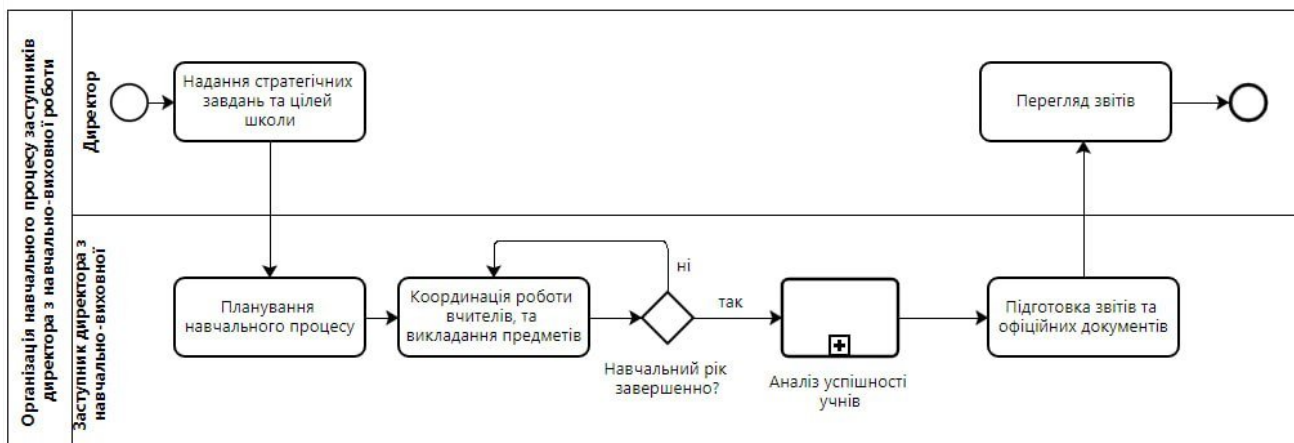


Рисунок 1.1 – Процес «Організація навчального процесу заступників директора з навчально-виховної роботи»

Опис ключових блоків процесу:

Надання стратегічних завдань та цілей школи (start event) — Директор формулює основні пріоритети та цілі навчального року, що визначають подальші дії.

Планування навчального процесу (task) — Заступники директора формують навчальний план, розподіляють години та визначають потреби в педагогічному персоналі.

Координація роботи педагогічного колективу (task) — Адміністрація контролює виконання навчальних програм та забезпечує комунікацію між учителями й предметними кафедрами.

Перевірка завершення навчального року (XOR-gateway) – Приймається рішення: чи завершено навчальний рік. Якщо так — переходить до аналізу, якщо ні — процес повторюється.

Аналіз успішності учнів (sub-process) – Обробка та аналіз накопичених за рік даних про навчальні досягнення.

Підготовка звітів і офіційних документів (task) – Формування статистичних звітів, аналітичних довідок і підсумків.

Перегляд і затвердження звітів (task) – Директор здійснює фінальну перевірку та затверджує документи.

Кожен із описаних елементів бізнес-процесу виконує конкретну функціональну роль і відповідає за певний етап організації навчального процесу. Послідовність виконання завдань забезпечує скоординовану взаємодію між учасниками, що сприяє чіткому плануванню, контролю та звітності. Такий підхід дозволяє підвищити ефективність управління навчальним закладом і своєчасно реагувати на зміни у навчальному процесі. Деталізація документообігу, що супроводжує цей бізнес-процес, наведена у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Документообіг у процесі «Організація навчального процесу»

Документ / Дані	Відповідальний за формування	Отримувач	Функціональне призначення
Стратегічні цілі і завдання	Директор	Заступники директорів	Визначення основних напрямків діяльності школи
Навчальний план	Заступники директорів	Учителі, директор	Організація викладання та розподіл навчального часу
Координаційні повідомлення	Заступники директорів	Педагогічний колектив	Інформування про зміни в розкладі та організаційні питання
Річні звіти	Заступники директорів	Директор, педагогічна рада	Оцінка результатів роботи школи за навчальний рік
Затверджені офіційні документи	Директор	Освітні органи	Подання звітності до органів управління освітою

1.3.2. Аналіз бізнес-процесу «Аналіз успішності учнів»

Діаграма процесу «Аналіз успішності учнів» (рис. 1.2) моделює детальну послідовність дій педагогічного персоналу, спрямованих на збір, перевірку, обробку та аналіз підсумкових оцінок учнів. Процес включає основні елементи BPMN: події, завдання (tasks), шлюзи (gateways) і потоки послідовності (sequence flows), що регулюють логіку виконання.

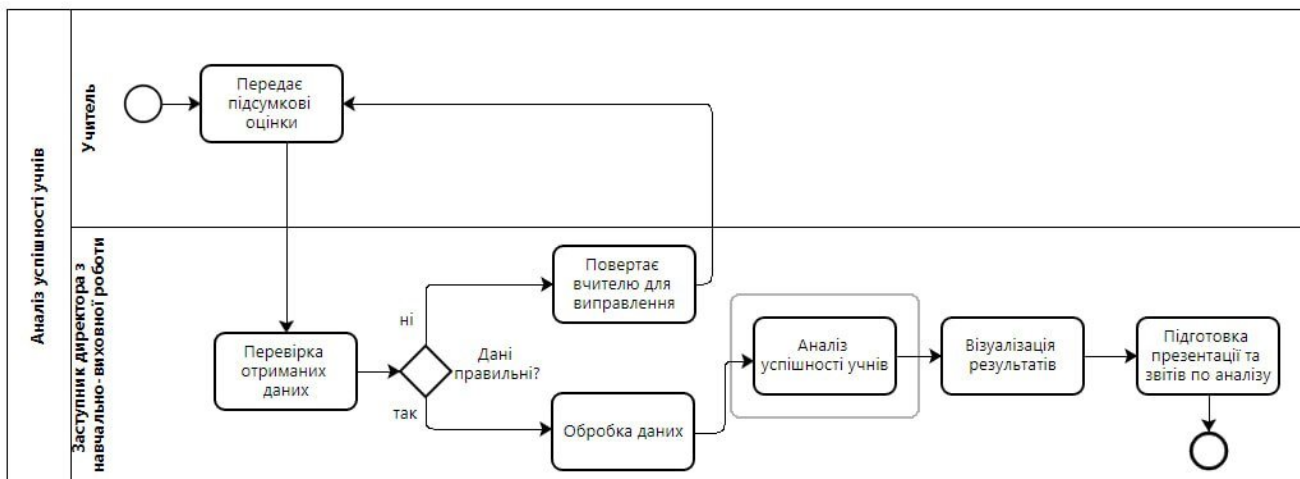


Рисунок 1.2 – Процес «Аналіз успішності учнів»

Опис ключових блоків процесу:

Передача підсумкових оцінок (task) – учитель формує та передає підсумкові оцінки до адміністрації.

Первинна перевірка даних (task) – заступник директора проводить валідацію оцінок з метою виявлення помилок, пропусків або невідповідностей.

Перевірка коректності даних (XOR-gateway) – розгалужує процес на дві гілки: якщо дані коректні переходимо до обробки; якщо ні, тоді повертаємося на доопрацювання.

Повернення на виправлення (task) – при виявленні помилок документи повертаються учителю для внесення коректив.

Обробка даних (task) – правильні оцінки заносяться в аналітичні таблиці, підготовлюються до подальшого аналізу.

Аналізу успішності учнів (task) – включає розрахунок середніх балів, виявлення динаміки навчання, класифікацію учнів за рівнями знань.

Візуалізація результатів (task) – формування графіків, діаграм, зведених таблиць для наочності.

Підготовка звітної документації (task) – оформлення текстових і графічних звітів для подання директору та педагогічній раді.

Кінцева подія (end event) – означає завершення процесу.

Кожен етап процесу має чітко визначені завдання та відповідальних виконавців, що забезпечує системність і контрольованість виконання аналізу успішності учнів. Така послідовність дій дозволяє організувати ефективний потік інформації, зменшити ймовірність помилок і оперативно вносити необхідні корективи. Завдяки цьому процес стає більш відстежуваним і ефективним для прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Деталізація документообігу, що супроводжує цей бізнес-процес, наведена у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Документообіг у процесі «Аналіз успішності учнів»

Документ / Дані	Відповідальний за формування	Отримувач	Функціональне призначення
Підсумкові оцінки	Учитель	Заступник директора з НВР	Таблиця оцінок, результати семестру
Протокол перевірки	Заступник директора з НВР	Учитель	Перелік помилок або підтвердження коректності
Аналітична таблиця успішності	Заступник директора з НВР	Директор, педагогічна рада	Зведений аналіз по класах і предметах
Презентації та звіти	Заступник директора з НВР	Директор	Графіки, діаграми, рекомендації
Документ / Дані	Формує	Отримує	Призначення

1.3.3. Аналіз існуючих бізнес-процесів

Побудовані функціональні моделі дозволяють комплексно оцінити поточний стан бізнес-процесів у навчальному закладі та виявити позитивні аспекти та низку суттєвих проблем і недоліків, які негативно впливають на ефективність організації навчального процесу.

Серед позитивних аспектів можна відзначити:

- існування усталених процедур збору, обробки та узагальнення навчальних даних, які забезпечують базу для прийняття управлінських рішень;
- чіткий розподіл ролей і відповідальності серед адміністративного персоналу, що сприяє організованості та контролю виконання завдань.

Серед суттєвих проблем та обмежень, які впливають на загальну ефективність процесів є:

- висока залежність від ручних операцій, що збільшує час виконання завдань і ймовірність помилок;
- відсутність централізованої системи зберігання і обробки даних, що ускладнює доступ до актуальної інформації та її узгодження;
- недостатня прозорість аналітичних процедур, що знижує якість та оперативність формування звітів і рекомендацій;
- затримки у циклах узгодження через необхідність повторного доопрацювання документів;
- обмежені можливості швидкої та наочної візуалізації результатів аналізу.

Причинами таких недоліків є застарілі технологічні рішення, відсутність інтегрованих інструментів автоматизації та недостатній рівень цифрової трансформації навчального закладу. Внаслідок цього процеси мають надмірну трудомісткість, а також низьку гнучкість при реагуванні на зміни.

1.4. Виявлені задачі та проблеми, які вирішуються з використанням різних методів аналізу даних

В результаті дослідження бізнес-процесів і аналізу існуючої практики збору та обробки навчальних даних у Спеціалізованій школі I–III ступенів №61

виявлено низку ключових задач і проблем, які є фундаментальними для підвищення ефективності управління навчальним процесом.

Основні задачі, виявлені під час аналізу:

- оптимізація збору та обробки великих обсягів даних з метою скорочення часу на їхню підготовку для аналізу та прийняття рішень;
- автоматизація процесів валідації та корекції помилкових або неповних даних для мінімізації людського фактору;
- впровадження інструментів для динамічного моніторингу навчальної діяльності з можливістю своєчасного виявлення проблемних зон;
- забезпечення можливості для оперативного аналізу даних з подальшою візуалізацією результатів у зручному форматі, що сприяє швидкому виявленню тенденцій та проблемних зон у навчальному процесі;
- підвищення якості та об'єктивності звітності для педагогічної ради та адміністрації.

Проблеми, що виникають при використанні існуючих методів аналізу:

- фрагментація інформації: дані розпорошені по різних файлах і носіях, що ускладнює їх узагальнення і створює ризик втрати або дублювання інформації;
- велика частка ручної праці: збір, перевірка та підготовка даних виконуються вручну, що призводить до помилок, затримок і збільшує навантаження на персонал;
- обмежена прозорість та оперативність аналітики: через відсутність централізованої системи важко оперативно отримувати комплексну інформацію про успішність учнів і стан навчального процесу;
- недостатня візуалізація та інтерактивність: наявні інструменти не забезпечують гнучкої побудови звітів і графіків, що ускладнює аналіз та інтерпретацію даних;

- відсутність єдиного контролю якості даних: складність у виявленні та корекції помилок через розподіленість інформації та ручне внесення змін.

Врахування виявлених задач і проблем слугуватиме основою для розробки ефективної інформаційної системи, яка сприятиме автоматизації збору, обробки, аналізу та візуалізації даних про навчальні досягнення учнів, підвищенню оперативності та точності управлінських рішень у навчальному закладі.

1.5. Аналітичний огляд літератури

Впродовж останніх років цифрові технології поступово інтегруються у сферу освіти, відкриваючи нові можливості для автоматизації управління навчальним процесом та моніторингу успішності учнів. У багатьох зарубіжних країнах вже впроваджено інформаційні платформи, що дозволяють комплексно збирати, обробляти і аналізувати дані про навчальні досягнення, забезпечуючи оперативну підтримку управлінських рішень.

Водночас в українських школах значна частина інформації про успішність учнів формується вручну, із застосуванням електронних таблиць чи паперових документів. Це ускладнює систематизацію даних, створює перепони для оперативного аналізу та прийняття рішень, що негативно впливає на якість управління навчальним процесом. Як зазначає Лукіна Т.О., формування національної системи моніторингу освіти в Україні стикається із рядом проблем, зокрема нестачею ефективних інструментів збору та аналізу даних, що ускладнює реалізацію стратегічних завдань в освітній галузі [17].

Сучасні дослідження у сфері освітньої аналітики підкреслюють необхідність упровадження в закладах освіти комплексних механізмів моніторингу та аналізу даних. Зокрема, Анісімов В.А наголошує, що ефективне функціонування закладів загальної середньої освіти в умовах сучасних викликів можливе лише за умови впровадження внутрішнього та зовнішнього моніторингу якості освіти. Такий підхід, за його висновками, забезпечує своєчасне виявлення

проблем, підтримку адаптивного управління та загальне удосконалення освітньої діяльності [18].

Попри існування стратегічних ініціатив цифрової трансформації освіти, на практиці відсутні ефективні та адаптовані до особливостей українських навчальних закладів інформаційні системи, що поєднують автоматизацію збору, візуалізацію та аналітику даних.

Розвиток наукової думки у сфері шкільних інформаційних систем для моніторингу навчальних результатів в Україні можна поділити на кілька основних етапів:

Перший етап (до 2000-х років) — становлення інформаційних технологій в освіті на базовому рівні, коли основною формою обліку успішності були паперові журнали та початкові комп'ютерні рішення, які базувалися на простих електронних таблицях і локальних базах даних. Тоді фокус робився на зборі та зберіганні даних, а аналітика була мінімальною або відсутня.

Другий етап (2000–2010 роки) — поширення інформаційних систем, що підтримують автоматизацію обліку, з'явилися перші програмні продукти для ведення електронних журналів, баз даних успішності та формування звітів. Однак такі системи переважно виконували функції зберігання і простого обліку, не враховуючи специфіки шкільного середовища та не забезпечуючи глибокого аналізу чи візуалізації даних.

Третій етап (з 2010-х років до сьогодні) — впровадження сучасних інформаційних систем із елементами автоматизації, аналітики та інтерактивної візуалізації. Активно розвиваються платформи, які інтегрують збір даних, їх аналіз з використанням методів машинного навчання, а також надають зручні дашборди для адміністрації та педагогів. Прикладом таких платформ є «Єдина школа» [19], яка наразі надає базовий функціонал у вигляді цифрового табличного журналу та формування звітів із обмеженою візуалізацією. Проте в планах розвитку обіцяють суттєве розширення аналітичних можливостей та впровадження сучасних інструментів візуалізації, що має покращити моніторинг та аналіз навчальних результатів. Водночас розвиток цих систем відбувається

досить повільно та фрагментарно, а їхні можливості залишаються обмеженими, що свідчить про необхідність більш системного підходу та посилення зусиль із впровадження ефективних інформаційних рішень у школах.

Таким чином, з огляду на світові тенденції та виявлені прогалини в національній практиці, актуальним є подальший розвиток аналітичних систем для освіти, що сприятимуть підвищенню якості управління та підтримці прийняття обґрунтованих рішень на основі даних.

1.6. Постановка завдання на дослідження

Враховуючи виявлені проблеми та сучасний стан автоматизації аналізу успішності учнів у загальноосвітніх закладах, особливо з урахуванням специфіки українських шкіл, актуальним є створення інформаційної системи, яка б забезпечувала ефективний, надійний та зручний інструмент для збору, обробки та візуалізації даних про навчальні досягнення.

З огляду на це, основними завданнями дослідження є:

- розробка інтегрованої системи автоматизованого збору, обробки та збереження даних про успішність учнів із урахуванням особливостей навчального закладу;
- забезпечення можливостей для формування гнучких аналітичних звітів та візуалізації результатів у вигляді графіків, діаграм і дашбордів;
- підвищення оперативності та точності аналізу навчальних показників з метою підтримки управлінських процесів;
- створення інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу користувача, що дозволить легко виконувати аналіз даних без потреби у спеціальних технічних навичках.

Вирішення поставлених завдань сприятиме оптимізації роботи адміністративного персоналу школи, насамперед розроблювана аналітична система буде корисною для заступників директора з навчально-виховної роботи,

оскільки саме вони займаються аналізом атестаційних даних і побудовою дашбордів та діаграм для наочної візуалізації результатів успішності учнів. Це дозволить зменшити час, який витрачається на ручну обробку інформації, знизити ризик помилок і підвищити точність аналізу. Крім того, забезпечення прозорості та системності в обробці даних сприятиме кращому розумінню тенденцій розвитку навчальних показників та своєчасному виявленню проблемних зон. Загалом, впровадження такої системи підвищить якість управлінських рішень і сприятиме розвитку більш ефективного, сучасного та орієнтованого на результат освітнього процесу.

1.7. Висновок по розділу 1

У першому розділі була розглянута діяльність Спеціалізованої школи I–III ступенів №61 м. Києва, зокрема її бізнес-процеси та документообіг у частині аналізу успішності учнів. Детально проаналізовано існуючі процеси, їх структуру та особливості, що дозволило виявити основні проблеми та недоліки у традиційних методах збору і обробки даних про навчальні досягнення.

В процесі аналізу було встановлено, що існуючі підходи характеризуються фрагментацією даних, значною часткою ручної праці, обмеженою оперативністю та недостатньою прозорістю аналітики. Відсутність централізованої системи ускладнює формування узагальненої інформації, що негативно впливає на якість управлінських рішень і гальмує впровадження сучасних цифрових технологій в освітній процес.

На основі виявлених проблем було сформульовано основні завдання дослідження, які передбачають розробку інтегрованої системи автоматизованого збору, обробки та збереження даних про успішність учнів. Запропонована система має забезпечити гнучку аналітику, зручну візуалізацію результатів у вигляді графіків, діаграм і дашбордів, а також створити інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, доступний користувачам без спеціальних технічних знань.

Вирішення поставлених завдань сприятиме оптимізації роботи адміністративного персоналу школи, зокрема заступників директора з навчально-виховної роботи, які відповідають за аналіз атестаційних даних і створення наочних аналітичних матеріалів. Це також забезпечить підвищення прозорості і якості моніторингу навчальних результатів, а також сприятиме впровадженню ефективних та сучасних методів управління освітнім процесом.

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ, МЕТОДІВ, АЛГОРИТМІВ

2.1. Моделювання основних задач

Математичне моделювання виконується на основі логічної структури вхідної інформації: класів, учнів, учителів, предметів, оцінок, а також виборів предметів для ДПА.

Нехай множина оцінок описується як сукупність кортежів, що містять інформацію про учня, предмет, вчителя та відповідну оцінку (2.1).

$$D = \{ (s_i, \text{sub}_j, t_k, g_{ij}, \text{dpa}_i) \} \quad (2.1)$$

де:

s — учень;

sub — предмет;

t — учитель;

g — оцінка учня s з предмета sub , виставлена учителем t ;

dpa — множина предметів, обраних учнем s для ДПА.

Для аналізу успішності розраховуються середні значення оцінок за різними агрегованими групами: за учнями, класами, предметами та роками навчання. Зокрема, середнє значення оцінок для певної групи G визначається як (2.2):

$$\mu_G = \frac{1}{n_G} \sum_{i=1}^{n_G} g_i \quad (2.2)$$

де:

μ — середнє значення оцінок для групи G ;

n — кількість оцінок у групі G ;

g — оцінка i -го учня або окремий запис оцінки в групі G .

Групою G може бути: клас, предмет, рік навчання, або інша сукупність, що цікавить аналітиків.

Агрегація даних здійснюється за допомогою функції (2.3):

$$A : D \rightarrow R \quad (2.3)$$

де:

A — функція агрегування;

D — множина навчальних даних;

R — набір статистичних показників, що включає середні бали, розподіл оцінок, кількість учнів із вибраними предметами ДПА тощо.

Таким чином, математичне моделювання дозволяє формалізувати основні операції збору, обробки та аналізу інформації, необхідної для аналітики успішності учнів та їх вибору предметів для державної підсумкової атестації.

2.2. Огляд та аналіз існуючих рішень для розв'язання виявлених задач

Для ефективного розв'язання задач аналізу успішності учнів та створення інформаційної аналітичної системи необхідно застосовувати комплекс технологій, методів і алгоритмів, що забезпечують збір, обробку, зберігання та візуалізацію даних.

Однією з ключових технологічних основ у цій сфері є реляційні бази даних із використанням мови структурованих запитів (SQL), що дозволяє структуровано зберігати інформацію про учнів, предмети, оцінки та інші сутності. SQL-технологія забезпечує гнучкий та ефективний доступ до необхідних даних, що є базою для подальшої аналітики.

Обробка та аналіз інформації здійснюються із застосуванням різноманітних статистичних методів, які включають агрегацію даних, обчислення середніх значень, медіан, а також аналіз розподілів оцінок. Додатково використовуються

алгоритми фільтрації та сортування даних, що сприяють відбору релевантної інформації для більш глибокого аналізу.

Для подання результатів аналізу у зручній та наочній формі застосовуються технології візуалізації даних, які дозволяють будувати графіки, діаграми та інтерактивні інформаційні панелі. Існують як професійні BI-платформи, такі як Tableau, Power BI та QlikView, які мають широкий функціонал, забезпечують інтеграцію з різноманітними джерелами даних та надають складні можливості візуалізації, так і відкриті програмні бібліотеки та фреймворки на кшталт Matplotlib, Seaborn, Plotly та Vokeh для Python, а також OxyPlot і LiveCharts для C#. Ці інструменти дають змогу створювати кастомізовані, гнучкі аналітичні інтерфейси з інтеграцією власних алгоритмів обробки даних. Вибір конкретних інструментів визначається вимогами до точності, продуктивності, гнучкості системи та перспективами її подальшого розвитку.

Інформаційні системи, які реалізують зазначені технології та методи, зазвичай побудовані за трикомпонентною архітектурою: модуль збору і збереження даних, модуль обробки та аналізу інформації, а також модуль візуалізації. Такий підхід забезпечує ефективне управління інформацією, гнучке розширення функціоналу й інтеграцію з іншими системами.

Отже, поєднання реляційних баз даних, статистичних методів аналізу та сучасних технологій візуалізації створює надійну основу для розробки інформаційної аналітичної системи, яка відповідає вимогам контролю та оцінювання успішності учнів на різних рівнях.

2.3. Обґрунтування вибору технологій, методів, алгоритмів

Вибір технологій, методів та алгоритмів для розробки інформаційної аналітичної системи здійснювався з урахуванням особливостей предметної області, технічних вимог, а також необхідності забезпечення ефективності, масштабованості та гнучкості системи.

Для зберігання та структурованого доступу до даних обрано реляційну модель баз даних із використанням SQL як основної мови запитів. СУБД є перевіреним і надійним рішенням для організації складних взаємозв'язків між сутностями, що характерно для систем обліку успішності учнів. Вони забезпечують високу швидкодію при вибірках, підтримку транзакцій і можливість масштабування, що є критично важливим для роботи з великими обсягами даних.

Для реалізації аналітичного модуля обрано статистичні методи обробки даних — агрегацію, обчислення середніх значень, медіани та аналіз розподілів. Їх вибір обумовлений достатньою інформативністю, обчислювальною простотою та релевантністю до вирішення задач моніторингу й оцінювання успішності. Застосування цих методів дає можливість оперативно визначати тенденції у навчальних результатах на різних рівнях деталізації — від окремих предметів до класів та навчальних програм.

При виборі засобів візуалізації даних було враховано потребу у створенні як статичних інформативних звітів, так і інтерактивних оглядових панелей. Хоча професійні BI-платформи забезпечують широкий спектр можливостей, їх використання може бути обмеженим через високу вартість ліцензування та складність адаптації до специфічних вимог закладу освіти. Натомість відкриті бібліотеки візуалізації забезпечують достатню гнучкість, можливість кастомізації та інтеграції з розробленими алгоритмами, що робить їх доцільним вибором у межах цього проєкту.

З урахуванням зазначених чинників у межах розроблення інформаційної аналітичної системи було прийнято такі рішення:

- застосувати реляційну базу даних на основі SQL для надійного зберігання та швидкого доступу до структурованої інформації;
- використовувати статистичні методи агрегації та аналізу для оцінювання успішності учнів і визначення основних тенденцій;
- впровадити відкриті бібліотеки для візуалізації даних з метою створення інтерактивних та адаптивних інтерфейсів без значних витрат на ліцензійне програмне забезпечення.

Такий підхід до вибору технологій і методів забезпечує оптимальне співвідношення між ефективністю реалізації, економічною доцільністю та потенціалом подальшого розвитку системи.

2.4. Висновок по розділу 2

У другому розділі були вирішені основні завдання, пов'язані з дослідженням та обґрунтуванням технологій, методів і алгоритмів, необхідних для побудови інформаційної системи для аналізу успішності учнів випускних класів СШ №61. Проведений аналіз охопив математичне моделювання базових інформаційних сутностей, формалізацію структури навчальних даних, оцінку технологічних підходів до їх обробки, а також порівняння альтернативних рішень.

Наукова новизна та практична значущість отриманих результатів полягає у формалізації задачі аналізу успішності як задачі опрацювання структурованих освітніх даних у реляційній моделі. Обґрунтовано доцільність використання SQL як основної технології зберігання та доступу до даних, що забезпечує їх цілісність, структурованість та відтворюваність результатів аналітичної обробки. Статистичні методи — агрегація, обчислення середніх величин, медіани, аналіз розподілів та динаміки — визначено як базовий інструментарій для виявлення тенденцій, закономірностей та відхилень у навчальних результатах.

Проаналізовано засоби візуалізації даних як невід'ємний компонент аналітичної системи. Обґрунтовано доцільність використання відкритих бібліотек візуалізації, які забезпечують створення інформативних графіків, діаграм та інтерактивних інформаційних панелей без необхідності застосування дорогих комерційних BI-платформ. Проведене порівняння підтвердило, що такі бібліотеки є оптимальними для розроблення кастомізованих інтерфейсів, адаптованих до специфічних завдань закладів освіти.

Узагальнюючи результати, встановлено, що поєднання реляційної бази даних на основі SQL, статистичних методів аналізу та відкритих бібліотек для візуалізації даних формує ефективний технологічний комплекс для побудови

масштабованої, адаптивної та економічно обґрунтованої аналітичної системи, забезпечуючи точний і надійний аналіз навчальних показників.

РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ ТА АПРОБАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ

3.1. Проектування та створення аналітичної системи

Розробка ІС для аналізу успішності учнів СШ №61 реалізовано на основі платформи .NET із використанням мови програмування C# та бази даних Microsoft SQL Server. Для роботи з базою даних застосована бібліотека System.Data.SqlClient. Для обробки Excel-файлів використовується бібліотека EPPlus, а для візуалізації даних — Chart Controls.

3.1.1. Обґрунтування вибору бази даних для зберігання історичних даних

Для ефективного зберігання та подальшої обробки історичних даних про успішність учнів випускних класів у СШ№61 було розглянуто декілька сучасних систем керування базами даних, які відповідають вимогам масштабності, продуктивності та зручності інтеграції в інформаційну систему середнього рівня.

Серед кандидатів для зберігання даних були проаналізовані такі СУБД: Microsoft SQL Server, MariaDB та PostgreSQL.

Microsoft SQL Server — потужна реляційна СУБД, що вирізняється стабільністю, високою продуктивністю та широким функціональним набором для роботи з аналітичними даними. Однією з ключових переваг SQL Server є високий рівень інформаційної безпеки, що включає шифрування даних на рівні файлів і таблиць, захищене управління ключами, інструменти контролю доступу, багаторівневу автентифікацію та вбудований аудит дій користувачів. Ці можливості є критичними для зберігання конфіденційних відомостей про неповнолітніх учнів. Система підтримує резервне копіювання, відмовостійкість, оптимізоване виконання запитів та інструменти адміністрування, орієнтовані на зручність та надійність. Додатковою перевагою є наявність безкоштовної версії

SQL Server Express, функціональність якої є цілком достатньою для потреб однієї школи та не потребує додаткових фінансових витрат [20].

MariaDB — це реляційна СУБД з відкритим кодом, яка відзначається високою швидкістю роботи в умовах середніх навантажень та зручністю налаштування. Вона підтримує стандартні механізми SQL-запитів, індексацію та базовий інструментарій оптимізації продуктивності. MariaDB є достатньо простою у впровадженні та не потребує значних ресурсів, що робить її привабливою для невеликих освітніх проєктів. Проте система має обмежені можливості щодо розширених функцій безпеки, зокрема аудиту дій користувачів, тонкого контролю доступу та комплексного шифрування даних. Це знижує її придатність для роботи з конфіденційними персональними даними учнів, де необхідно дотримуватися високих стандартів інформаційного захисту. Також, у порівнянні з SQL Server, MariaDB має обмежені можливості для складної аналітики та управління великими історичними обсягами даних, що може стати перешкодою при виконанні специфічних звітів [21].

PostgreSQL — потужна об'єктно-реляційна СУБД з відкритим кодом, орієнтована на складні аналітичні запити та високу надійність. Вона підтримує розширену систему типів даних, індексів, транзакцій та оптимізатор запитів, що забезпечує гнучкість при роботі з різнотипною структурованою інформацією. PostgreSQL також пропонує розширені механізми безпеки, включаючи аутентифікацію, шифрування підключень та налаштування ролей користувачів. Однак ефективне використання цих можливостей вимагає глибших навичок адміністрування та досвіду конфігурації, що може бути складним у шкільному середовищі з обмеженими технічними ресурсами. Крім того, велика кількість параметрів налаштування може ускладнити підтримку системи у довгостроковій перспективі [22].

Отже, детально проаналізовано три СУБД і складено зведену таблицю (табл. 3.1). для узагальнення даних. Для позначення наявності чи відсутності відповідних функцій використовується позначення «+» та «-», а для оцінки інших параметрів застосовано позначення «Н» - Низька, «С» - Середня та «В» - Висока.

Таблиця 3.1 - Порівняння характеристик СУБД

Характеристика	SQL Server	MariaDB	PostgreSQL
Вартість	Є безкоштовна SQL Server Express	Безкоштовна	Безкоштовна
Безпека даних	В	Н	С
Зручність адміністрування	С	В	Н
Масштабованість	В	С	С
Потужність аналітичних функцій	В	Н	С
Підтримка резервного копіювання	+	+	+
Відмовостійкість	В	Н	С
Контроль доступу	+	+	+

З огляду на вимоги до безпеки, стабільності, зручності адміністрування та потреби в аналітичній обробці історичних даних, найбільш доцільним рішенням для інформаційної системи школи стала СУБД Microsoft SQL Server. Вона забезпечує оптимальний баланс між функціональністю, продуктивністю та захистом персональних даних, що робить її найкращим вибором серед розглянутих альтернатив.

3.1.2. Обґрунтування вибору мови програмування

Для розроблення інформаційної системи аналізу успішності учнів випускних класів було проаналізовано кілька сучасних мов програмування, які широко застосовуються у створенні прикладних інформаційних систем. Порівняння здійснювалося за ключовими критеріями: сумісність із програмно-технічним середовищем школи, можливість інтеграції з обраною СУБД Microsoft SQL Server, підтримка аналітичних операцій та побудови діаграм, перспективи подальшого розширення функціоналу, продуктивність та стабільність при роботі з історичними освітніми даними.

Оскільки комп'ютерна інфраструктура СШ №61 функціонує на операційній системі Windows, як і більшість українських шкіл, важливим аспектом є природна інтеграція мови програмування з цією платформою, а також підтримка інструментів і бібліотек, орієнтованих на роботу в середовищі Microsoft. Важливо також враховувати, що комп'ютерне обладнання школи можуть використовувати різні, у тому числі попередні-застарілі, версії операційної системи Windows. У межах дослідження було розглянуто такі мови: Python, Java та C# (.NET).

Java — універсальна мова програмування, що забезпечує кросплатформність завдяки роботі на JVM. Вона підтримує створення прикладних застосунків різного рівня складності та має розвинену екосистему бібліотек. Проте для тісної інтеграції з Microsoft SQL Server необхідне додаткове налаштування JDBC-драйверів та інструментів взаємодії з сервером баз даних, що ускладнює реалізацію в умовах навчального закладу. Також Java не має вбудованих механізмів для побудови діаграм та візуалізації даних, тому розробнику доводиться інтегрувати сторонні графічні бібліотеки, що збільшує складність підтримки системи [23].

Python — популярна мова для аналітичних задач, що має широкий спектр бібліотек для статистики, обробки даних і машинного навчання. Однак при розробленні настільних застосунків Python менш зручний, оскільки не пропонує повноцінного нативного середовища розробки під Windows. Бібліотеки для

створення графічних інтерфейсів (Tkinter, PyQt) потребують складного налаштування й не забезпечують повної інтеграції зі службами Windows. Крім того, взаємодія Python із Microsoft SQL Server можлива, але вимагає встановлення додаткових модулів (pyodbc, SQLAlchemy) і не забезпечує такого рівня сумісності та стабільності, як нативні засоби Microsoft [24].

C# на платформі .NET — мова та екосистема, створені для повноцінної роботи у середовищі Windows, що забезпечує максимальну сумісність із системними службами та інфраструктурою навчального закладу. Платформа .NET містить вбудовані засоби для взаємодії з Microsoft SQL Server, що значно спрощує реалізацію, налагодження та супровід інформаційної системи. Крім того, .NET підтримує інструменти для аналітичної обробки даних, побудови діаграм та створення модульної архітектури, яка дозволяє легко розширювати функціонал у майбутньому. Висока продуктивність, стабільність роботи та інтеграція з механізмами безпеки Windows роблять платформу особливо придатною для зберігання та обробки персональних даних учнів, включаючи конфіденційні відомості. Також використання платформи .NET забезпечуватиме широке охоплення підтримуваних версій ОС, що дозволить розробленій ІС стабільно працювати навіть у разі використання комп'ютерів із попередніми або застарілими версіями Windows, без додаткових витрат на оновлення інфраструктури школи [25].

Отже, детально проаналізовано три мови програмування і складено зведену таблицю (табл. 3.2). для узагальнення даних. Для позначення наявності чи відсутності відповідних функцій використовується позначення «+» та «-», а для оцінки інших параметрів застосовано позначення «Н» - Низька, «С» - Середня та «В» - Висока.

Таблиця 3.2 - Порівняння мов програмування

Характеристика	Python	Java	C#
Сумісність з ОС Windows	С	С	В
Інтеграція з Microsoft SQL Server	+	+	+
Підтримка аналітичних операцій	В	Н	С
Підтримка побудови діаграм і візуалізації	В	-	С
Продуктивність при роботі з великими даними	С	С	В
Стабільність роботи в шкільному середовищі	С	С	В
Можливість розширення функціоналу	В	В	В
Простота налаштування та супроводу	С	Н	В

З огляду на вимоги до сумісності з операційною системою Windows, стабільності роботи, інтеграції з СУБД Microsoft SQL Server, підтримки аналітичних можливостей і перспектив розширення функціоналу, найбільш доцільним вибором мови програмування для створення інформаційної системи стало C# на платформі .NET. Ця екосистема забезпечує оптимальний баланс між продуктивністю, функціональністю та простотою супроводу.

3.1.3. Обґрунтування вибору бібліотек та інструментів для імпорту даних

У рамках створення інформаційної системи важливо забезпечити коректний обмін даними з файлами, які традиційно використовуються у шкільній адміністративній діяльності. У СШ №61 така інформація фіксується та накопичується у вигляді електронних таблиць Microsoft Excel, що застосовуються адміністрацією для формування звітів, підсумкових оцінок, внутрішнього обліку та архівування даних за різні навчальні роки. Таким чином, невід’ємною вимогою до програмної системи є підтримка імпорту даних у форматах .xlsx

Для реалізації цього завдання були проаналізовані сучасні бібліотеки .NET, які забезпечують взаємодію з документами Excel:

EPPlus — потужна бібліотека для роботи з форматом Office Open XML (.xlsx), що забезпечує підтримку стилів, формул, діаграм, таблиць та інших елементів структури Excel. Працює без залежності від встановленого Microsoft Office, відзначається високою продуктивністю та стабільністю, що є критично важливим для автоматизованих робочих місць у навчальному закладі [26].

ClosedXML — бібліотека, орієнтована на простоту використання. Підтримує основні операції з Excel, проте поступається EPPlus за швидкістю при обробці великих таблиць і багатосторінкових документів, що може бути обмеженням для роботи з історичними шкільними даними [27].

NPOI — .NET-аналога Apache POI, яка підтримує формати .xls і .xlsx. Перевагою є сумісність із застарілими файлами, однак робота з сучасними документами менш оптимізована, а інтерфейс взаємодії складніший у порівнянні з EPPlus [28].

Отже, детально проаналізовано три бібліотеки, які забезпечують взаємодію з документами Excel, і складено зведену таблицю (табл. 3.3). для узагальнення даних. Для позначення наявності чи відсутності відповідних функцій використовується позначення «+» та «-», а для оцінки інших параметрів застосовано позначення «Н» - Низька, «С» - Середня та «В» - Висока.

Таблиця 3.3 - Порівняння бібліотек

Характеристика	EPPlus	ClosedXML	NPOI
Підтримка формату .xlsx	+	+	+
Продуктивність при обробці великих таблиць	B	C	H
Сумісність із застарілими файлами Excel	-	-	-
Складність використання	C	B	H
Стабільність роботи	B	C	C

З огляду на вимоги до сумісності зі шкільними форматами Excel та необхідність стабільної роботи з великими обсягами історичних даних — бібліотека EPPlus, є найбільш доцільним вибором для інформаційної системи. Вона забезпечує оптимальне поєднання продуктивності, функціональних можливостей і надійності, що відповідає умовам використання в СШ №61.

3.1.4. Обґрунтування вибору бібліотек та інструментів для роботи з базами даних

Для розроблення інформаційної системи аналізу успішності учнів важливо забезпечити ефективну та надійну взаємодію з обраною базою даних Microsoft SQL Server. У СШ №61 використовується операційна система Windows, тому обрані бібліотеки мають бути сумісними з цим середовищем і забезпечувати стабільність роботи системи. У межах дослідження було розглянуто декілька популярних бібліотек .NET для роботи з базами даних:

System.Data.SqlClient — традиційна бібліотека для взаємодії з Microsoft SQL Server, що входить до складу .NET Framework. Вона підтримує повний набір

функцій для підключення, виконання SQL-запитів, роботи з транзакціями та обробки результатів. Відзначається стабільністю та оптимізованою роботою в Windows-середовищі, що є важливим для стабільного функціонування інформаційної системи в школі [29].

Microsoft.Data.SqlClient — сучасна та підтримувана Microsoft бібліотека, яка розвивається як заміна System.Data.SqlClient для платформи .NET Core і .NET 5+. Вона забезпечує розширені можливості роботи з SQL Server, кращу продуктивність та підтримку нових функцій бази даних. Проте в середовищі старих версій Windows, що використовуються в школі, її застосування може вимагати додаткових налаштувань і залежить від сумісності з платформою .NET [30].

Dapper — легковаговий ORM (Object-Relational Mapping) інструмент, який працює як розширення для ADO.NET, дозволяючи просто і швидко виконувати SQL-запити та відображати результати в об'єкти C#. Dapper відомий своєю високою продуктивністю і низьким накладним часом, що робить його привабливим для роботи з великими обсягами даних у шкільній інформаційній системі. Однак він вимагає ручного написання SQL-запитів, що збільшує складність розробки в порівнянні з повноцінними ORM [31].

Entity Framework — повнофункціональний ORM фреймворк від Microsoft, що надає зручний спосіб роботи з базою даних через об'єктно-орієнтовану модель. Підтримує широкий набір функцій, включно з міграціями, складними запитам та кешуванням. Проте його продуктивність може бути нижчою у порівнянні з іншими, а також він вимагає більше ресурсів і налаштувань, що варто враховувати у середовищі з обмеженими технічними можливостями [32].

Отже, детально проаналізовано чотири бібліотеки, які забезпечують взаємодію з Microsoft SQL Server, і складено зведену таблицю (табл. 3.4). для узагальнення даних. Для позначення наявності чи відсутності відповідних функцій використовується позначення «+» та «-», а для оцінки інших параметрів застосовано позначення «Н» - Низька, «С» - Середня та «В» - Висока.

Таблиця 3.4 - Порівняння бібліотек

Характеристика	System.Data. SqlClient	Microsoft.Data. SqlClient	Dapper	Entity Framework
Підтримка роботи з Microsoft SQL Server	+	+	+	+
Сумісність із старими версіями Windows	+	-	+	+
Продуктивність	C	B	B	C
Простота використання	C	C	B	C
Підтримка розширених функцій SQL Server	+	+	-	+
Вимоги до налаштувань	H	C	B	C
Стабільність	B	C	B	C

З огляду на вимоги до сумісності з операційною системою Windows, стабільності та простоти впровадження, а також враховуючи можливості подальшого розширення функціоналу, бібліотека System.Data.SqlClient є найбільш доцільним вибором для роботи з базою даних Microsoft SQL Server у розроблюваній інформаційній системі. Вона забезпечує необхідний рівень надійності та сумісності в умовах навчального закладу СІІ №61.

3.1.5. Обґрунтування вибору інструментів візуалізації та аналітичної обробки даних

У процесі розроблення інформаційної системи важливо забезпечити можливість побудови діаграм та виконання базової аналітичної обробки даних, необхідних для представлення підсумкових результатів успішності учнів, виявлення динаміки навчальних показників та формування внутрішніх звітів. Оскільки комп'ютерна інфраструктура СШ №61 працює на різних версіях операційної системи Windows, включаючи застарілі, вибір інструментів візуалізації має враховувати стабільність роботи у таких умовах, а також відсутність потреби у встановленні додаткових компонентів або оновлення системного середовища. У рамках дослідження були розглянуті сучасні засоби .NET для побудови діаграм та виконання аналітичних операцій.

Chart Controls — вбудована бібліотека в середовище .NET Framework, що забезпечує створення різних типів діаграм, включаючи гістограми, лінійні графіки, стовпчикові діаграми, кругові діаграми та boxplot. Її основною перевагою є повна сумісність з Windows Forms, відсутність потреби у додаткових залежностях, стабільність роботи на старих версіях Windows та підтримка стандартних інструментів візуалізації, яких достатньо для вирішення типових шкільних аналітичних задач. Крім того, ця бібліотека має офіційну підтримку Microsoft, що гарантує регулярні оновлення та надійність у роботі [33].

LiveCharts — сучасна бібліотека для побудови інтерактивних графіків, орієнтована на .NET Core та WPF. Вона забезпечує розширені можливості візуалізації, проте вимоги до середовища виконання є суттєво вищими. На комп'ютерах, що працюють під керуванням застарілих версій Windows, LiveCharts може потребувати додаткових компонентів, а робота з Windows Forms підтримується обмежено, що ускладнює застосування в умовах навчального закладу [34].

ScottPlot — бібліотека для швидкої побудови наукових графіків під .NET. Забезпечує високу продуктивність і широкий спектр типів діаграм, але її

інтеграція з Windows Forms менш зручна, ніж у Chart Controls, а повноцінна функціональність орієнтована переважно на сучасні версії .NET. Це створює ризики зниження сумісності із програмно-технічним середовищем СШ №61, де не всі робочі місця підтримують нові версії ОС або сучасні фреймворки [35].

Отже, детально проаналізовано три бібліотеки, які забезпечують побудову діаграм, і складено зведену таблицю (табл. 3.5). для узагальнення даних. Для позначення наявності чи відсутності відповідних функцій використовується позначення «+» та «-», а для оцінки інших параметрів застосовано позначення «Н» - Низька, «С» - Середня та «В» - Висока.

Таблиця 3.5 – Порівняння бібліотек

Характеристика	Chart Controls	LiveCharts	ScottPlot
Підтримка застарілих версій Windows	+	-	-
Відсутність потреби в додаткових компонентах	+	-	-
Стабільність роботи у Windows	В	Н	С
Різноманітність типів діаграм	В	В	В
Продуктивність	С	С	В
Підтримка інтерактивності	-	+	+
Сумісність з Windows Forms	+	обмежена	+
Офіційна підтримка Microsoft	+	-	-

З огляду на вимоги до стабільності роботи на комп'ютерах із різними, у тому числі застарілими версіями Windows, потребу у побудові типових діаграм, а також необхідність безпосередньої інтеграції з Windows Forms, найбільш доцільним інструментом для візуалізації та аналітичної обробки даних стали Chart Controls. Цей вибір забезпечує гарантовану сумісність, відсутність сторонніх залежностей, достатні аналітичні можливості та надійну роботу в умовах інфраструктури СШ №61.

3.1.6. Архітектура інформаційної системи

Архітектура розроблюваної інформаційної системи має модульну структуру, що забезпечує чітке розділення функціональних компонентів, підвищує ефективність обробки даних та полегшує подальшу підтримку й масштабування програмного продукту. Такий підхід дає змогу ізолювати ключові процеси — імпорт, зберігання, редагування та аналітичну обробку — що мінімізує взаємні залежності між компонентами та підвищує надійність системи. Модульність також забезпечує можливість доповнення системи новими аналітичними блоками без змін у вже реалізованих частинах

Інтерфейс користувача реалізовано у вигляді десктоп-додатку мовою C# із використанням технології Windows Forms. Такий варіант був обраний завдяки простоті інтеграції з SQL Server, підтримці роботи з файлами Excel та наявності вбудованих засобів для побудови графіків. Інтерфейс забезпечує можливість завантаження Excel-файлів, перегляду даних у таблицях, а також додавання, редагування й видалення записів про учнів, учителів і оцінки. Крім того, він підтримує формування графіків та виконання аналітичних операцій.

Модуль імпорту Excel відповідає за зчитування даних зі стандартизованих файлів, їх попередню обробку та приведення до уніфікованого вигляду. Під час імпорту здійснюється автоматичне зіставлення предметів, учнів і вчителів із відповідними записами в базі даних, а також стандартизація назви дисциплін. Імпортовані записи зберігаються у базі SQL Server, після чого користувач має

можливість за потреби редагувати їх вручну. Такий підхід поєднує автоматизоване завантаження великих масивів інформації з можливістю контролю та уточнення даних.

Модуль аналітики функціонує на основі формування DataTable, яка створюється в результаті виконання SQL-запитів до реляційної бази даних. Для отримання необхідних вибірок застосовуються об'єднання таблиць Student, Grade, Class, Subject та Teacher за допомогою операторів JOIN. Сформовані дані використовуються для побудови діаграм і графіків у середовищі Windows Forms. Такий підхід забезпечує гнучкість аналітичних можливостей та дозволяє отримувати візуалізацію різних зрізів навчальних результатів.

Взаємодія компонентів організована таким чином: дані спочатку завантажуються з Excel-файлів до бази SQL Server; користувач має можливість коригувати інформацію через інтерфейс; для аналітичних завдань формується DataTable на основі SQL-запитів, після чого результати передаються у модуль візуалізації для побудови відповідних графіків і діаграм. Така логіка обміну забезпечує послідовну та узгоджену роботу всіх елементів системи.

Для наочного представлення архітектури системи розроблено блок-схему (рис. 3.1), створену у середовищі Draw.io [36], яка відображає основні модулі системи, їх взаємозв'язки та потоки даних між користувачем, Excel-файлами та базою даних SQL Server.

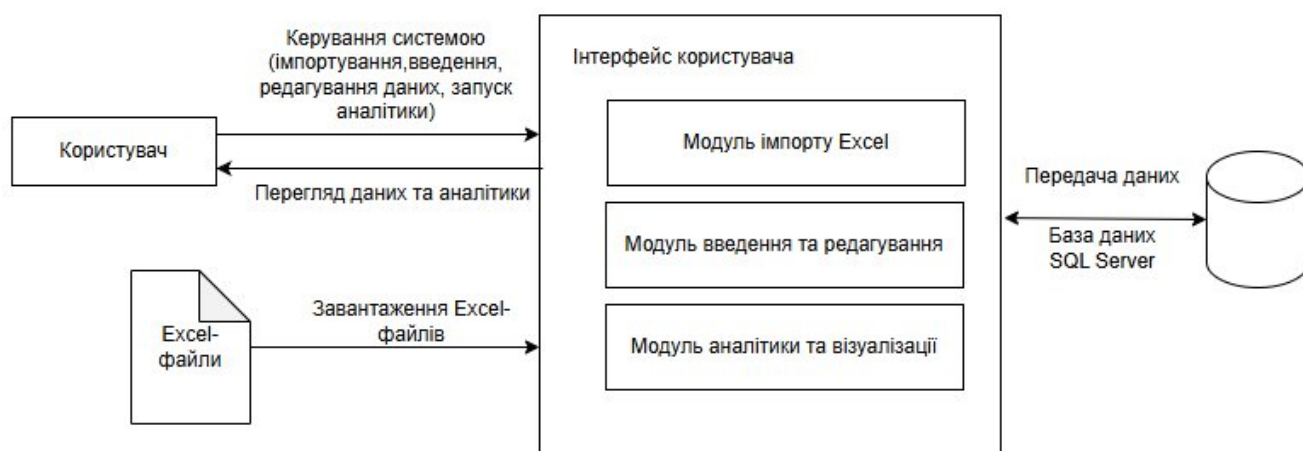


Рисунок 3.1 – Модульна архітектура інформаційної системи

3.1.6.1. Модуль імпорту даних з Excel-файлів

Модуль імпорту даних є важливим компонентом розробленої інформаційної системи, що забезпечує інтеграцію та обробку навчальних даних з Excel-файлів у зручній для подальшого аналізу формі. Функціонал модуля реалізовано у десктоп-додатку на мові C# із застосуванням бібліотеки EPPlus, яка дозволяє зчитувати та обробляти табличні дані у форматах .xlsx та .xls. Модуль відповідає за завантаження файлів, стандартизацію назв предметів, зіставлення даних із записами у базі даних та збереження імпортованої інформації.

Для вибору файлу для імпорту використовується діалогове вікно OpenFileDialog, що обмежує вибір лише файлами Excel. Після вибору файлу дані з першого листа завантажуються у DataTable, який потім відображається у таблиці DataGridView для перегляду та попередньої верифікації. Код методу завантаження даних з Excel-файлу можна подивитися у Додатку Б.1.

Після завантаження даних користувач має можливість перевірити їх коректність у DataGridView та внести при необхідності правки через інтерфейс.

Для збереження даних у базу даних використовується метод, який послідовно додає інформацію про клас, учнів та їхні оцінки, зіставляючи предмети та викладачів із відповідними записами у таблицях бази даних. Код цього методу можна подивитися у Додатку Б.2.

Завдяки такій реалізації модуль імпорту даних забезпечує надійне завантаження, перевірку та збереження інформації про учнів та їх оцінки, що є важливою складовою функціональності інформаційної системи.

3.1.6.2. Модуль введення та редагування даних

Модуль введення та редагування даних є важливою складовою інформаційної системи, що забезпечує коректне та зручне управління навчальною інформацією. Функціонал модуля реалізовано у складі десктоп-додатку мовою C# із використанням технології ADO.NET, яка гарантує стабільну й ефективну

взаємодію з реляційною базою даних SQL Server. Для виконання операцій доступу до даних застосовується бібліотека System.Data.SqlClient, яка містить необхідні класи для встановлення з'єднання, формування команд та обробки результатів запитів. Основні функції модуля охоплюють завантаження, створення, редагування та видалення записів, що реалізовано за допомогою класичних механізмів ADO.NET, таких як SqlConnection, SqlCommand та SqlDataAdapter.

Під час відкриття відповідної форми здійснюється ініціалізація підключення до бази даних та завантаження актуальних відомостей у таблицю DataGridView. Для цього застосовується параметризований запит SELECT, а отримані дані переносяться у DataTable, який прив'язується до елемента керування. Приклад коду для завантаження даних класу має такий вигляд:

```
using (SqlConnection conn = new SqlConnection(connectionString))  
  
{  
  
    conn.Open();  
  
    SqlDataAdapter adapter = new SqlDataAdapter(  
  
        "SELECT class_id, class_year, class_name FROM class", conn);  
  
    DataTable table = new DataTable();  
  
    adapter.Fill(table);  
  
    dataGridView.DataSource = table;  
  
}
```

Табличне представлення у DataGridView забезпечує зручну можливість перегляду даних та вибору записів для подальшого редагування або видалення. Створення нового запису відбувається шляхом введення користувачем даних у відповідні поля форми. Перед виконанням операції система здійснює валідацію

значень, що дозволяє уникнути помилок, пов'язаних із порожніми або некоректними параметрами. Додавання відбувається за допомогою SQL-команди INSERT. Як приклад наведено фрагмент коду, що виконує додавання нового класу з використанням параметризованого запиту:

```
string query = @"INSERT INTO class (class_year, class_name,
class_curriculum, class_teacher_id) VALUES (@year, @name, @curriculum,
@teacherId)";
```

```
using (SqlCommand cmd = new SqlCommand(query, conn))
{
    cmd.Parameters.AddWithValue("@year", year);
    cmd.Parameters.AddWithValue("@name", name);
    cmd.Parameters.AddWithValue("@curriculum", curriculum);
    cmd.Parameters.AddWithValue("@teacherId", teacherId);
    cmd.ExecuteNonQuery();
}
```

Редагування записів реалізується за принципом «вибір рядка – зміна значень – збереження». Після вибору необхідного елемента його параметри автоматично відображаються у полях введення, де користувач може внести зміни. Оновлення інформації в базі даних здійснюється шляхом виконання SQL-команди UPDATE, як приклад наведено фрагмент коду, що виконує оновлення класу:

```
string sql = @"
UPDATE class
```

```

SET class_year = @year,

class_name = @name,

class_curriculum = @curriculum,

class_teacher_id = @teacherId

WHERE class_id = @id";

```

Видалення записів відбувається після виділення відповідного рядка в DataGridView. Перед виконанням операції користувач отримує запит на підтвердження, що мінімізує ризик випадкової втрати даних. Крім того, передбачено перевірку наявності пов'язаних елементів у дочірніх таблицях, що дозволяє зберегти цілісність бази даних. У загальному вигляді видалення реалізується за допомогою SQL-команди DELETE. Як приклад наведено операцію видалення класу:

```
string sql = "DELETE FROM class WHERE class_id = @id";
```

Завдяки використанню бібліотеки System.Data.SqlClient та класичних інструментів ADO.NET описаний модуль забезпечує повноцінний цикл роботи з даними, включаючи їх завантаження, інтерактивне редагування, додавання нових елементів та видалення за необхідності. Такий підхід гарантує надійність операцій, підтримку цілісності інформації та відповідність функціональних можливостей вимогам до сучасних інформаційних систем, орієнтованих на обробку табличних даних у закладах освіти.

3.1.6.3. Модуль аналітики та побудови графіків

Модуль аналітики є ключовим компонентом розробленої інформаційної системи, що забезпечує узагальнення та візуалізацію навчальних даних у зручній для аналізу формі. Функціонал модуля реалізовано у десктоп-додатку на мові C#

із застосуванням бібліотеки Chart Controls, яка надає інструментарій для побудови різноманітних типів діаграм.

Основним завданням модуля є перетворення даних, отриманих із бази даних, на інформативні графічні моделі, що сприяють виявленню тенденцій і закономірностей у навчальних результатах учнів. Для цього дані попередньо обробляються у форматі DataTable, який служить основою для подальшого відображення.

Процес побудови графіків полягає у динамічному створенні та налаштуванні компонентів Chart: визначаються структури серій, підписи осей, формат відображення значень та параметри легенд. Наприклад, при аналізі середніх оцінок за навчальними програмами відбувається групування даних за типом програми та обчислення середнього балу для кожної групи, що відображається у вигляді стовпчикової діаграми, приклад коду побудови цієї діаграми можна подивитися у Додатку Б.3.

Окрему роль у модулі відіграє механізм фільтрації, який забезпечує інтерактивне оновлення результатів аналізу. Фільтри реалізовано шляхом застосування умов відбору до DataTable: користувач має можливість обирати параметри, такі як навчальний рік, предмет чи клас (9 або 11), після чого система формує відповідну вибірку та автоматично оновлює графічне представлення даних. Код алгоритму фільтрації, наведено у Додатку Б.4.

Таким чином, модуль аналітики забезпечує гнучку взаємодію з навчальними даними і надає користувачеві можливість оперативно аналізувати різні аспекти освітнього процесу. Всі графіки формуються у реальному часі з урахуванням заданих параметрів, що робить систему ефективним інструментом для підтримки управлінських рішень адміністрації навчального закладу.

3.2. Дослідження та аналіз джерел даних для перевірки обраних технологій

В якості джерел даних для ІС застосовані файли Excel, які використовуються адміністрацією Спеціалізованої школи №61 для збереження історичної успішності учнів, мають уніфіковану й усталену структуру, що повторюється з року в рік. У таких документах міститься базовий ідентифікаційний набір даних: прізвище, ім'я та по батькові учня, а також перелік навчальних дисциплін, які подаються у вигляді скорочених позначень. До типових скорочень належать, зокрема, «Укр.м.» (українська мова), «Укр.літ.» (українська література), «Фіз-ра.» (фізична культура) та інші навчальні дисципліни відповідно до навчального плану, а також вчителі, що ведуть ці предмети. Значення оцінок фіксуються у вигляді цілих чисел від 1 до 12, іноді заміненіми позначками на кшталт «н/а» у випадках відсутності оцінювання з певних причин. Кількість стовпців у документах залежить від набору предметів у конкретному році, однак логіка побудови таблиці залишається сталою: спочатку персональні дані учня, далі — блок оцінок за предметами, а наприкінці — перелік обраних предметів ДПА.

З урахуванням аналізу структури та особливостей заповнення файлів формуються такі вимоги до програмної обробки:

- система повинна коректно інтерпретувати як повні, так і частково заповнені рядки, не перериваючи імпорт у разі наявності пропусків у таблиці;
- алгоритм зчитування повинен враховувати можливі варіації у назвах колонок і працювати з набором предметів будь-якої довжини;
- ідентифікаційні дані учня мають зберігатися окремо від блоку оцінок, оскільки їх структура є сталою, на відміну від набору дисциплін;
- система має забезпечувати уніфікацію скорочень предметів під час імпорту, щоб надалі всі дані зберігалися у стандартизованому вигляді;

- у випадку виявлення службових або зайвих колонок алгоритм повинен ігнорувати їх без помилок імпорту;
- необхідно передбачити автоматичну заміну позначок на кшталт «н/а» або порожніх комірок на спеціальний маркер відсутності оцінки.

Враховуючи зазначені умови, обрані технології забезпечують необхідну гнучкість і надійність обробки інформації. Зокрема, використання платформи .NET та мови C# дає змогу реалізувати адаптивний механізм імпорту, який враховує варіації структури Excel-файлів і підтримує коректну обробку неповних або змінних наборів даних без втрати інформації. Для роботи з Excel-документами застосовується бібліотека EPPlus, яка дозволяє ефективно зчитувати та інтерпретувати дані, забезпечуючи коректну обробку позначок відсутності оцінок та ігнорування зайвих колонок, що мінімізує ризики помилок при завантаженні даних.

Інтеграція з Microsoft SQL Server забезпечує чітке розділення збереження ідентифікаційних даних учнів та блоків оцінок, відповідаючи структурним особливостям вхідних документів, а також стандартизує інформацію шляхом уніфікації скорочень під час імпорту.

Таким чином, проведений аналіз підтвердив відповідність обраних технологій структурі та змісту джерел даних, що забезпечує їх ефективне та надійне використання у розроблюваній системі.

3.3. Проектування та створення сховища даних

Для створення сховища даних обрана система управління базами даних Microsoft SQL Server, що забезпечує надійне збереження, швидкий доступ та ефективне управління великими обсягами інформації. На основі результатів аналізу джерел даних та вимог до їх подальшого опрацювання сформовано концептуальну модель системи, яка забезпечує стандартизоване збереження історичної успішності учнів та супутньої навчальної інформації. Схема бази даних (рис. 3.2) побудована за принципами нормалізації та включає низку

сутностей, що відображають об'єкти предметної області, їх властивості та взаємозв'язки.

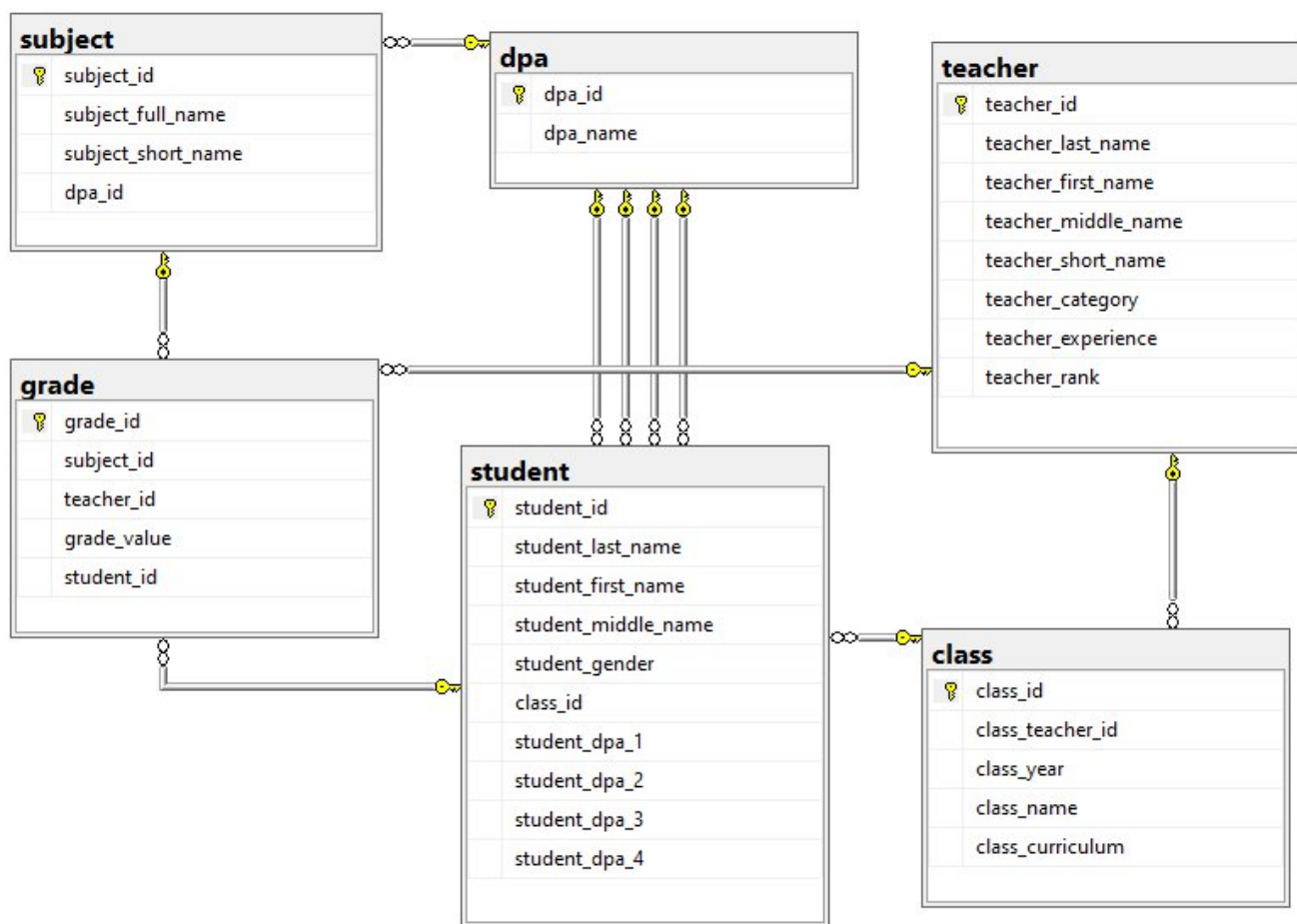


Рисунок 3.2 – Схема бази даних

Модель бази даних охоплює такі основні сутності:

Сутність class описує структурні одиниці навчального процесу – класи школи. Вона містить такі атрибути, як:

- class_id – унікальний ідентифікатор класу;
- class_name – літерне позначення (наприклад «9А», «11Б»);
- class_year – рік навчання (2020, 2021 тощо);
- class_curriculum – навчальний план, за яким працює клас;
- class_teacher_id – зовнішній ключ, що визначає класного керівника.

Зв'язок між класом і вчителем дозволяє однозначно встановити відповідального педагога для кожної групи учнів.

Сутність `teacher` зберігає персональні та професійні дані вчителів, які викладають навчальні дисципліни. До її атрибутів належать:

- `teacher_id` – унікальний ідентифікатор;
- `teacher_last_name`, `teacher_first_name`, `teacher_middle_name` – ПІБ викладача;
- `teacher_short_name` – стандартизована форма ПІБ, що використовується в Excel-файлах;
- `teacher_experience` – показник педагогічного стажу вчителя;
- `teacher_category` – відомості про кваліфікаційну категорію;
- `teacher_rank` – дані щодо педагогічного звання.

Дана сутність використовується для встановлення зв'язку між оцінками та викладачами, які їх виставили.

Сутність `student` відображає структуровані дані про учнів. Вона містить:

- `student_id` – унікальний ідентифікатор;
- `student_last_name`, `student_first_name`, `student_middle_name` – ПІБ учня;
- `student_gender` – стать учня;
- `class_id` – зовнішній ключ на клас;
- `student_dpa_1` ... `student_dpa_4` – дисципліни, обрані учнем для складання ДПА.

Виділення персональних даних в окрему сутність відповідає вимозі відокремлення стабільної частини інформації від змінного набору навчальних дисциплін.

Сутність `subject` формує стандартизований довідник навчальних дисциплін. Її атрибути:

- `subject_id` – унікальний ідентифікатор;
- `subject_full_name` – повна назва предмета;
- `subject_short_name` – скорочена назва предмета, що використовується в імпортованих файлах;
- `dpa_id` – зовнішній ключ, що вказує на відповідність предмета певному виду ДПА.

Ця сутність забезпечує уніфікацію скорочених назв, що є критичною для коректного імпорту та подальшої аналітичної обробки даних.

Сутність `dpa` містить перелік дисциплін державної підсумкової атестації:

- `dpa_id` – ідентифікатор;
- `dpa_name` – назва виду ДПА.

Вона використовується як для позначення обраних учнями предметів, так і для класифікації навчальних дисциплін у довіднику.

Сутність `grade` є центральною для аналізу успішності та містить:

- `grade_id` – унікальний ідентифікатор оцінки;
- `subject_id` – предмет, з якого виставлено оцінку;
- `teacher_id` – вчитель, що поставив оцінку;
- `student_id` – учень, якому виставлено оцінку;
- `grade_value` – числове значення оцінки або спеціальний маркер її відсутності.

Окрема сутність для оцінок відповідає вимозі гнучкої обробки змінної кількості предметів та підтримує історичне накопичення даних незалежно від поточного навчального плану.

Модель передбачає такі ключові зв'язки:

- Відношення між `class` і `student` має тип «один до багатьох», оскільки кожен клас може містити багато учнів, тоді як кожен учень належить лише одному класу.
- Відношення між `teacher` і `grade` є «один до багатьох»: один учитель може виставляти велику кількість оцінок, але кожна оцінка пов'язана лише з одним учителем.
- Відношення між `subject` і `grade` також належить до типу «один до багатьох», оскільки один навчальний предмет може мати численні оцінки, тоді як кожна оцінка відповідає одному предмету.
- Відношення між `dpa` і `subject`, а також між `dpa` та полями `student_dpa_n` є «один до багатьох», оскільки один вид ДПА може відповідати

кільком предметам і бути обраним різними учнями в рамках їхніх персональних наборів дисциплін.

Подібна структура гарантує цілісність даних, виключає дублювання та забезпечує можливість масштабування — додавання нових предметів, років навчання або форматів оцінювання без зміни базової схеми. Таким чином, розроблена модель є узгодженою, нормальною за структурою та готовою до подальшої технічної реалізації, що гарантує коректне зберігання й ефективну обробку навчальних даних.

3.4. Апробація створеної інформаційно-аналітичної системи та результати отриманих результатів

В ході дослідження було розроблено інформаційну систему, призначену для збору, обробки та графічного відображення даних щодо навчальних досягнень учнів випускних класів у СШ №61 з поглибленим вивченням інформаційних технологій. Основним критерієм ефективності розробленої системи є забезпечення швидкого доступу до актуальної інформації, зручність роботи з великими масивами освітніх даних та можливість своєчасного виявлення ключових тенденцій у результатах навчання.

Архітектура системи базується на сучасних технологіях: для розробки десктоп-додатку використано мову програмування C#, як систему керування базами даних застосовано Microsoft SQL Server, а для візуалізації інформації — бібліотеку Chart Controls, що дозволяє створювати різноманітні типи діаграм та інтерактивно працювати з результатами аналізу.

Важливим компонентом системи є модуль імпорту даних із формату, який використовується у школі, що забезпечує перенесення історичних даних до надійної бази даних, знижуючи ризик втрати інформації.

Висока продуктивність системи досягається шляхом оптимізації запитів до бази даних та обробки даних у форматі DataTable, що забезпечує ефективну роботу з великими обсягами інформації без суттєвих затримок.

Аналітичні можливості системи характеризуються гнучкістю завдяки застосуванню динамічних фільтрів, які дають змогу користувачеві обирати параметри, такі як навчальний рік, предмет чи клас, та оперативно отримувати необхідні графічні звіти. Такий підхід значно спрощує аналіз даних і сприяє швидкому прийняттю управлінських рішень.

Таким чином, розроблена інформаційна система є сучасним, масштабованим і продуктивним інструментом для аналізу успішності учнів, що відповідає вимогам сучасної освітньої аналітики, сприяє ефективному управлінню навчальним процесом і підтримує прийняття обґрунтованих рішень адміністрацією закладу освіти.

Результати візуалізації даних, отриманих у процесі дослідження, дозволили систематизувати висновки щодо основних аспектів успішності учнів випускних класів Спеціалізованої школи №61. Нижче наведено аналіз за ключовими напрямками із супроводом відповідних графічних матеріалів.

3.4.1. Аналіз вчителів

Візуалізація характеристик педагогічного складу дозволяє комплексно оцінити професійний рівень учителів, їхній досвід та результати освітньої діяльності. Отримані графічні дані (рис. 3.3) відображають розподіл педагогів за званням, кваліфікаційною категорією, стажем роботи та рівнем успішності їх учнів, що дає змогу сформулювати узагальнену оцінку кадрового потенціалу закладу.

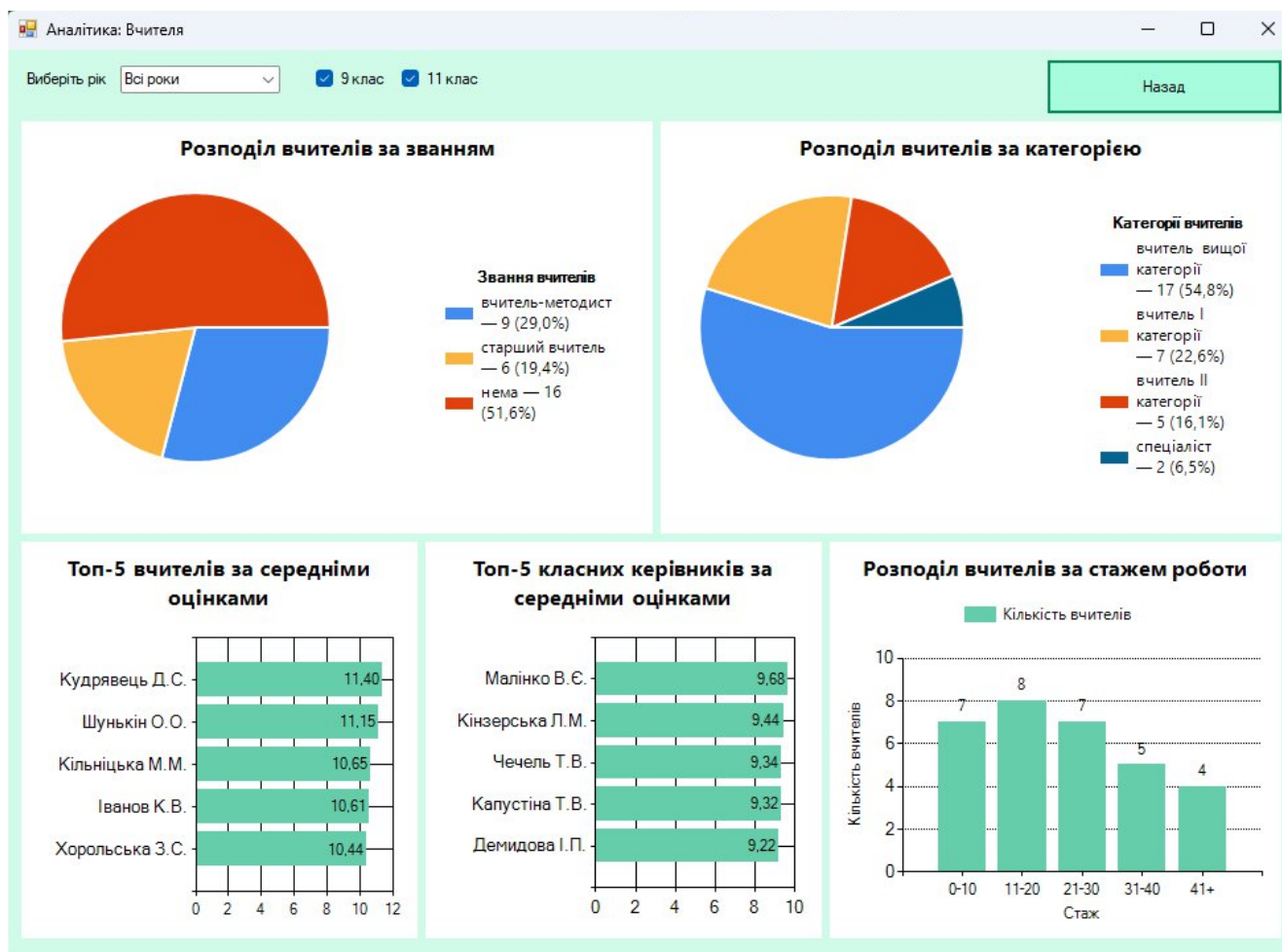


Рисунок 3.3 – Аналіз вчителів

Аналіз розподілу вчителів за званням показує, що найбільшу групу становлять учителі без звання — 51,6%, що свідчить про значний резерв для їхнього професійного зростання. Водночас частка учителів-методистів (29%) та старших учителів (19,4%) демонструє наявність у школі достатньої кількості висококваліфікованих педагогів, які забезпечують методичну підтримку та якість навчального процесу.

Кваліфікаційний рівень учителів також загалом оцінюється позитивно: 54,8% педагогів мають вищу категорію, що вказує на високий професійний рівень основної частини колективу. Частка вчителів I (22,6%) та II категорії (16,1%) свідчить про збалансованість кадрового складу та наявність педагогів, які перебувають у процесі підвищення кваліфікації. Найменшу групу становлять спеціалісти — лише 6,5%.

Розподіл за стажем роботи демонструє, що школа має як молодих спеціалістів, так і досвідчених педагогів. Найчисельнішу групу становлять учителі зі стажем 11–20 років, що забезпечує оптимальне поєднання досвіду та розвитку професійних компетентностей. Водночас наявність педагогів із понад 30-річним стажем гарантує сталість педагогічних традицій та методичну підтримку молодших колег.

Окрему увагу привертають показники успішності педагогів. Аналіз середніх балів дав змогу сформувати топ-5 класних керівників, які продемонстрували стабільно високі результати та підтвердили ефективність своєї виховної й організаційної роботи з учнівськими колективами. Водночас топ-5 учителів за середніми оцінками переважно представлені викладачами предметів, що традиційно характеризуються вищою результативністю оцінювання, зокрема “Фізична культура”, “Захисту Вітчизни”, “Людини і світу”. Це пояснює їхні високі інтегральні показники й підкреслює важливість урахування специфіки навчальних дисциплін під час порівняльного аналізу успішності.

Узагальнюючи, можна зазначити, що педагогічний колектив характеризується високою кваліфікацією, збалансованим розподілом за досвідом роботи та наявністю сильних учителів із високими показниками успішності учнів. Це створює сприятливі умови для забезпечення якості освіти та подальшого розвитку навчального закладу.

3.4.2. Аналіз предметів

Візуалізація результатів навчальних досягнень учнів із предмета «Геометрія» (рис. 3.4), дає змогу комплексно оцінити динаміку успішності, вплив навчальних програм, зацікавленість учнів у складанні ДПА та результативність роботи окремих учителів. Хоча аналіз виконано на прикладі геометрії, можна проаналізувати будь-який навчальний предмет, обравши його у списку предметів.



Рисунок 3.4 – Аналіз навчальних досягнень учнів із предмета «Геометрія»

Аналіз середніх оцінок за роками показує нерівномірну тенденцію. Найвищий показник зафіксовано у 2018 році (8,47), після чого відбулося різке зниження до 6,83 у 2020 році. Ймовірно, саме спад 2020 року пов'язаний із початком пандемії COVID-19, запровадженням карантинних обмежень та переходом на дистанційне навчання, до якого заклад освіти, як і більшість шкіл країни, не був належним чином підготовлений. Раптові зміни у форматі навчання, технічні труднощі та недостатній рівень цифрової компетентності учасників освітнього процесу могли суттєво вплинути на якість засвоєння матеріалу. Однак подальше часткове зростання у 2022 році (7,48) та 2025 році (7,66) свідчить про

поступову адаптацію школи до нових умов, удосконалення педагогічних підходів та стабілізацію результатів учнів.

Порівняння навчальних програм продемонструвало велику різницю в успішності учнів. Навчання за програмою «Інтелект України» забезпечило вищий середній бал (7,94), ніж типова освітня програма (7,09). Така різниця свідчить про те, що окремі підходи та структурні елементи програми «Інтелект України» є більш ефективними для засвоєння матеріалу з геометрії. На основі отриманих результатів можна рекомендувати або розглянути можливість ширшого впровадження програми «Інтелект України», або адаптувати типову освітню програму, інтегрувавши в неї найбільш результативні методичні елементи, щоб підвищити загальний рівень навчальних досягнень учнів.

Розподіл учнів за вибором ДПА свідчить про те, що кількість випускників, які обрали геометрію як предмет для підсумкової атестації, суттєво залежить від роботи конкретного вчителя. Найбільшу кількість учнів, мотивованих продовжувати навчання в цій галузі, підготувала Малінко В.Є. — 99 учнів. Це може свідчити про її здатність формувати стійкий інтерес до предмета та ефективно розкривати його практичну цінність. Вчитель Оселедько Н.М. має 31 учня, які обрали цей предмет, а Шостак А.А. — 24 учні. Такий розподіл відображає різний рівень впливу кожного педагога на подальші освітні траєкторії учнів і демонструє, наскільки їхня методика викладання може стимулювати бажання учнів поглиблювати знання з геометрії.

Середні оцінки по вчителях також відрізняються. Найкращий результат показують учні Малінко В.Є. (7,64), що свідчить про ефективність її методичних підходів. Дещо нижчі показники мають учні Шостака А.А. (7,17) та Оселедько Н.М. (6,87). Розрив між показниками підкреслює важливість стилю викладання та індивідуальних особливостей педагогів.

Узагальнюючи, можна зазначити, що результати з геометрії демонструють поступове покращення та залежність як від обраної навчальної програми, так і від індивідуальної професійної діяльності вчителів. Представлений аналіз створює

цілісне уявлення про якість навчального процесу з предмета й може бути застосований для дослідження будь-якого іншого навчального предмета.

3.4.3. Аналіз вибору ДПА

Візуалізація, що відображає вибір учнями предметів для складання ДПА (рис. 3.5), дозволяє оцінити вплив успішності, навчальних програм та гендерних особливостей на освітні рішення старшокласників. Дані демонструють комплексну картину, яка відображає як суб'єктивні уподобання учнів, так і об'єктивні чинники, що визначають їхній вибір.



Рисунок 3.5 – Аналіз вибору учнями предметів для складання ДПА

Аналіз впливу загального середнього балу учнів на вибір предмета ДПА показує чітку тенденцію: учні з найвищими середніми результатами частіше

обирають англійську мову. Саме цей предмет має максимальне значення середнього балу, що свідчить про його популярність серед відмінників.

Інші предмети — такі як фізика, біологія, історія України та математика — також обирають учні з високими результатами. Найменші значення продемонстрували інформатика та географія, що може означати, що ці предмети частіше обирають учні з помірним загальним рівнем успішності.

Таким чином, вибір ДПА має виражену залежність від загального рівня навчальних досягнень: чим вищий середній бал, тим більша ймовірність, що учень обере складніший та більш вимогливий предмет.

Порівняння вибору ДПА між програмами «Інтелект України» та типовою освітньою програмою показує різну популярність предметів: учні «Інтелекту України» частіше обирають українську мову, математику та особливо інформатику, що відображає спрямованість програми на посилену мовно-логічну та цифрову підготовку. У типовій програмі структура вибору є більш збалансованою — українська мова та математика залишаються лідерами, однак інформатика має значно нижчий показник, натомість англійська мова та природничі дисципліни демонструють вищу популярність. Таким чином, програма «Інтелект України» формує чіткіший ухил у бік математично-інформаційних дисциплін, тоді як типова освітня програма забезпечує ширший і рівномірніший спектр навчальних інтересів учнів.

Гендерний розподіл вибору ДПА демонструє закономірні відмінності. Дівчата частіше обирають українську мову, англійську мову, біологію та географію, що може бути пов'язано з їхніми навчальними інтересами та сильними сторонами. Хлопці ж частіше схиляються до математики, фізики та інформатики — предметів, які традиційно асоціюються з технічними спеціальностями. Така різниця відображає природні нахили учнів та їхні майбутні освітні плани.

3.4.4. Аналіз залежності оцінок

Візуалізація, що відображає ключові чинники, пов'язані з формуванням середнього балу учнів (рис. 3.6), дозволяє комплексно оцінити, як зовнішні та внутрішні параметри навчального процесу впливають на результативність старшокласників. Дані демонструють багаторівневу картину, у якій поєднуються динаміка успішності за роками, особливості навчальних програм, гендерні відмінності та професійні характеристики вчителів.

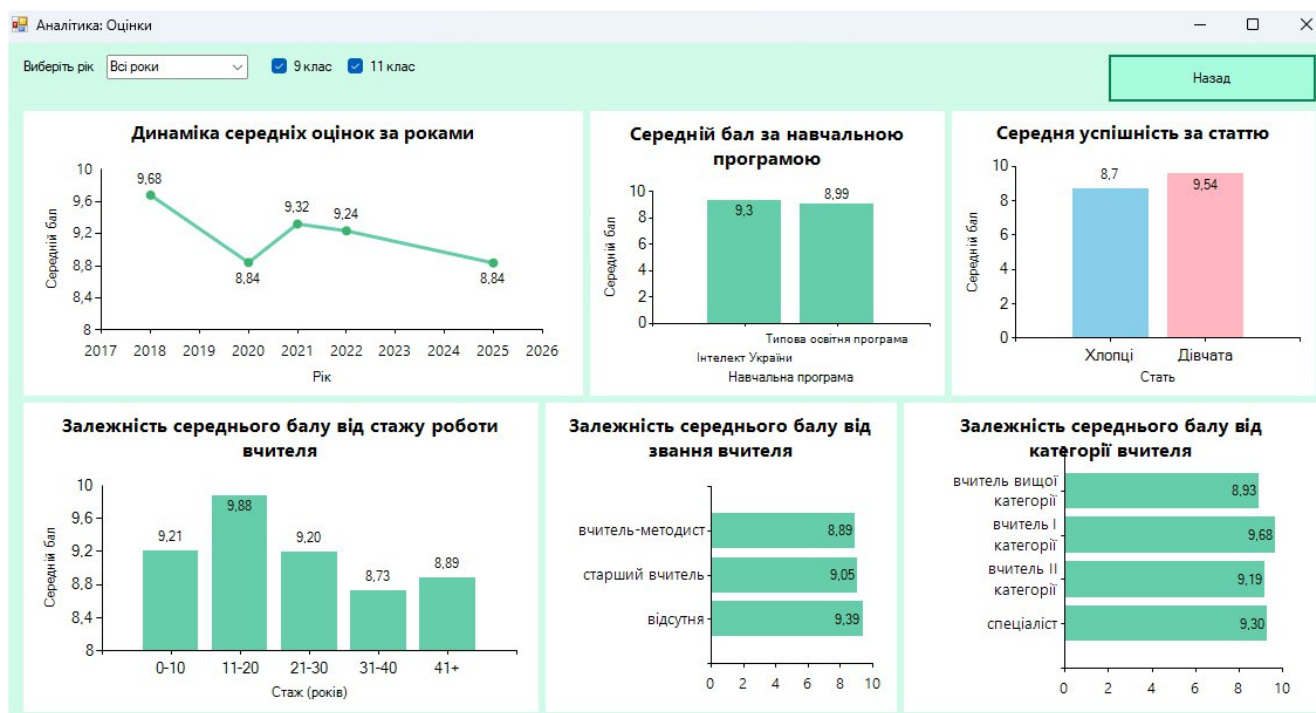


Рисунок 3.6 – Аналіз вибору учнями предметів для складання ДПА

Динаміка середніх оцінок за роками виявляє хвилеподібну тенденцію: після пікового значення у 2018 році (9,68) спостерігається спад у 2020 році (8,84), що може бути пов'язано з пандемією COVID-19, переходом на дистанційне навчання та загальною дезорієнтацією освітнього процесу. Подальше часткове покращення у 2021–2022 роках свідчить про адаптацію учасників навчання, однак у 2025 році рівень знову знижується до 8,84, що може вказувати на зміну умов навчання або нові виклики.

Порівняння середнього балу за навчальними програмами показує невелику, але помітну різницю: програма «Інтелект України» має середній бал 9,3, тоді як

типова освітня програма — 8,99. Це може свідчити про те, що «Інтелект України» забезпечує вищу результативність навчальних досягнень або ж відображати ефективність її методичних підходів, спрямованих на інтенсивнішу підготовку учнів.

Гендерний аналіз засвідчує стабільну перевагу дівчат, середній бал яких становить 9,54, у той час, як хлопці демонструють 8,7. Ця різниця може бути пов'язана з вищою навчальною дисциплінованістю дівчат або з більшою мотивацією до здобуття високих результатів у випускних класах.

Професійні характеристики педагогів також відіграють значну роль. Учителі зі стажем 11–20 років демонструють найвищий середній бал учнів (9,88), що вказує на оптимальне поєднання досвіду та активності у педагогічній діяльності. Менший або надто тривалий стаж пов'язаний із нижчими показниками, що може бути наслідком професійної адаптації або вигорання. Аналіз за званням учителів показав, що педагоги без звання мають найвищий середній результат (9,39), тоді як учитель-методист та старший учитель демонструють дещо нижчі значення. Подібна закономірність простежується і за категоріями: учителі I категорії мають найвищий середній бал (9,68), тоді як спеціалісти та педагоги вищої категорії — нижчі, що може бути пов'язано з більшою вимогливістю цих учителів до своїх учнів.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що успішність учнів формується під впливом широкого спектра чинників: загального стану освітнього середовища, ефективності навчальних програм, гендерних та мотиваційних особливостей учнів, а також професійного рівня педагогів. Сукупність цих параметрів визначає коливання середніх результатів і дозволяє виявити напрями для подальшого вдосконалення навчального процесу.

3.4.5. Інструкція користувача системи

Після відкриття додатку відображається «Головне меню» (Рис. 3.7), яке забезпечує основну навігацію. Тут користувач може обрати потрібний режим

роботи. Якщо необхідно вводити або редагувати дані, слід обрати пункт «Введення та редагування даних». Якщо потрібно переглянути аналітичні звіти — необхідно натиснути «Аналіз даних». У випадку, коли користувачеві потрібно нагадати принципи роботи із системою, доступний розділ «Інструкція користувача», який містить короткі пояснення функціоналу. Для завершення роботи з програмою слід натиснути «Вихід», після чого програма буде закрита.

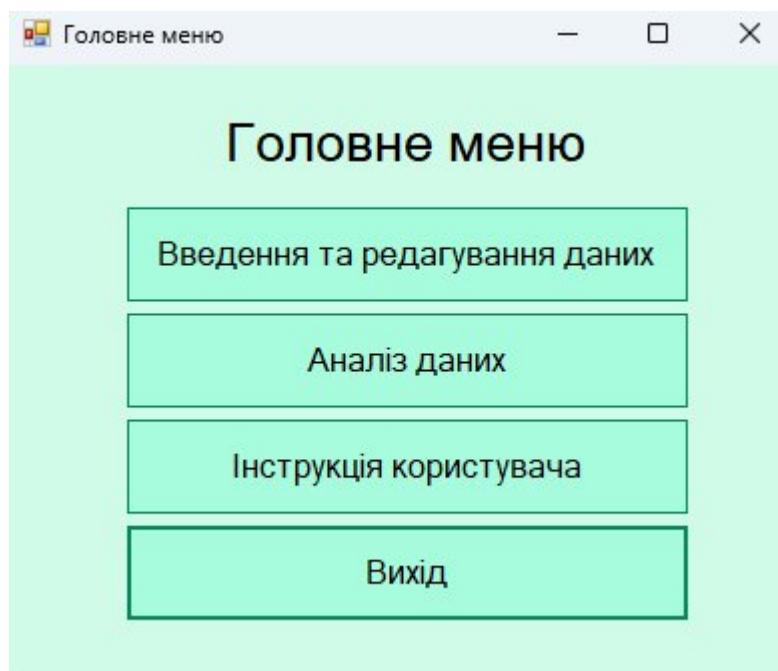


Рисунок 3.7 – Головне меню

Після вибору пункту «Введення та редагування даних» відкривається однойменне підменю (Рис. 3.8), у якому можна обрати тип даних, що потребують введення або оновлення.

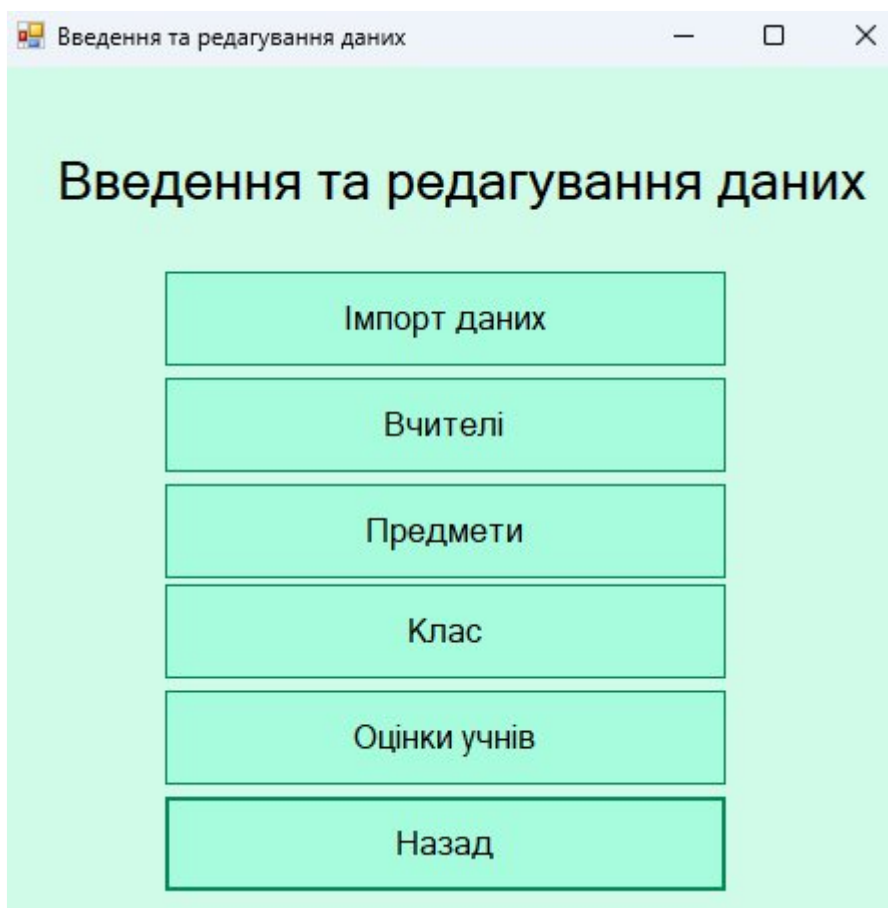


Рисунок 3.8 – Підменю Введення даних

Вибравши пункт «Імпорт даних», користувач отримує доступ до вікна імпорту з Excel (Рис. 3.9). За допомогою кнопки «Імпортувати дані» можна вибрати файл з успішністю учнів і завантажити його у таблицю. У відповідні поля необхідно ввести назву класу, навчальний рік, а також вибрати класного керівника та навчальну програму зі списку. Якщо під час завантаження дані потребують корекції, їх можна відредагувати безпосередньо у таблиці, змінюючи значення у відповідних комірках. Після завершення редагування та перевірки потрібно натиснути кнопку «Зберегти», щоб виконати остаточний імпорт у базу даних. Коли роботу з імпортом завершено, можна повернутися до підменю «Введення та редагування даних», натиснувши кнопку «Назад».



Рисунок 3.9 – Вікно «Імпорт даних з Excel»

Повернувшись до підменю «Введення та редагування даних», користувач може обрати один із типів інформації — «Вчителі», «Предмети», «Класи», «Оцінки учнів». Після вибору відкривається відповідне вікно перегляду та керування записами (Рис. 3.10).

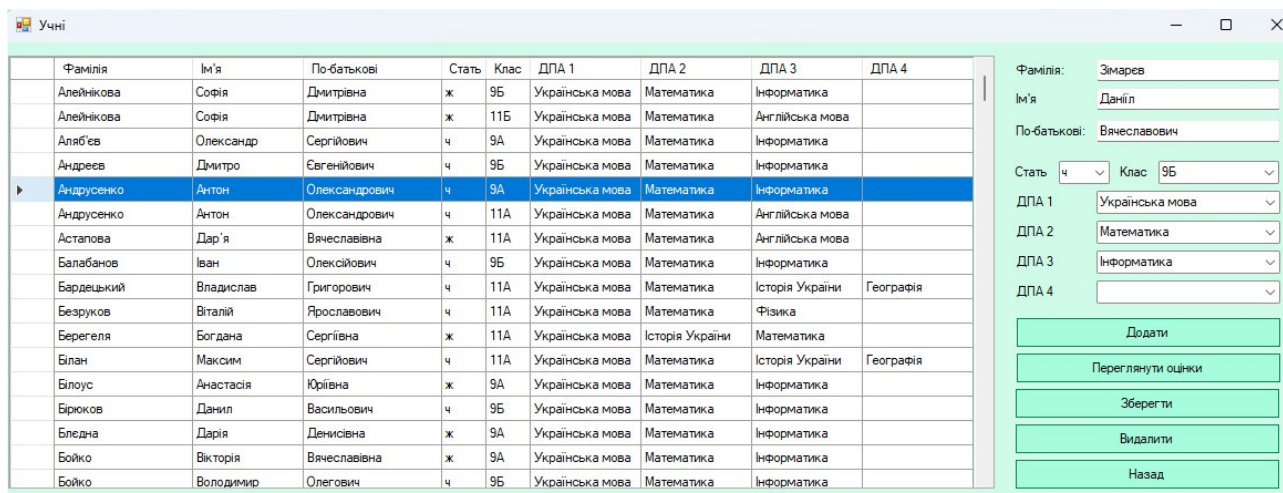


Рисунок 3.10 – Вікно перегляду та керування записами учнів

У цьому вікні можна заповнити необхідні поля та додати новий запис за допомогою кнопки «Додати». Для редагування наявних даних потрібно змінити значення у відповідних комірках таблиці та натиснути «Зберегти», після чого

зміни буде внесено до бази даних. Щоб видалити запис, необхідно виділити відповідний рядок у таблиці та натиснути кнопку «Видалити».

Якщо потрібно переглянути детальні оцінки конкретного учня, слід виділити відповідний рядок і натиснути кнопку «Переглянути дані». Після цього відкриється спеціалізоване вікно з повною інформацією щодо його успішності (Рис. 3.11), де ми можемо додавати та редагувати його оцінки.



Рисунок 3.11 – Вікно перегляду та керування оцінками

Повернувшись до головного меню, користувач може перейти до розділу «Аналіз даних». Після вибору цього пункту відкривається підменю «Аналітика даних» (Рис. 3.12), де можна обрати тип даних, за яким потрібно переглянути аналітичну інформацію.

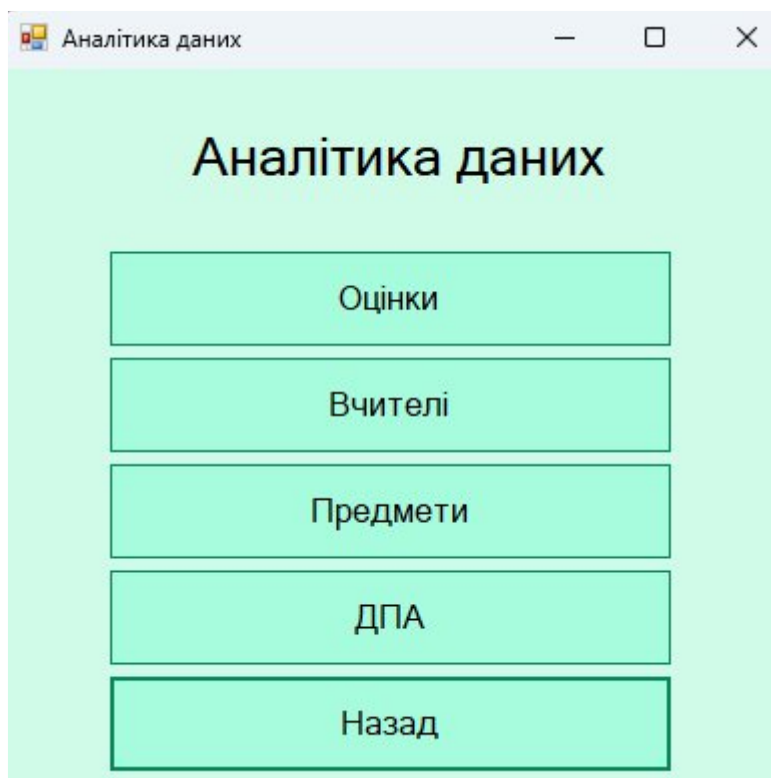


Рисунок 3.12 – Підменю «Аналітика даних»

У підменю користувач може обрати один із типів аналітики — «Вчителі», «Предмети», «Класи», «Оцінки». Після вибору відкривається відповідне вікно аналітики (Рис. 3.13). У цьому вікні передбачена можливість фільтрації даних, що дозволяє отримати саме ту інформацію, яка потрібна користувачу. Наприклад, можна обрати певний навчальний рік зі списку або позначити чекбокси 9-го та 11-го класів — після цього діаграми автоматично оновляться та відобразять дані лише для вибраних груп.

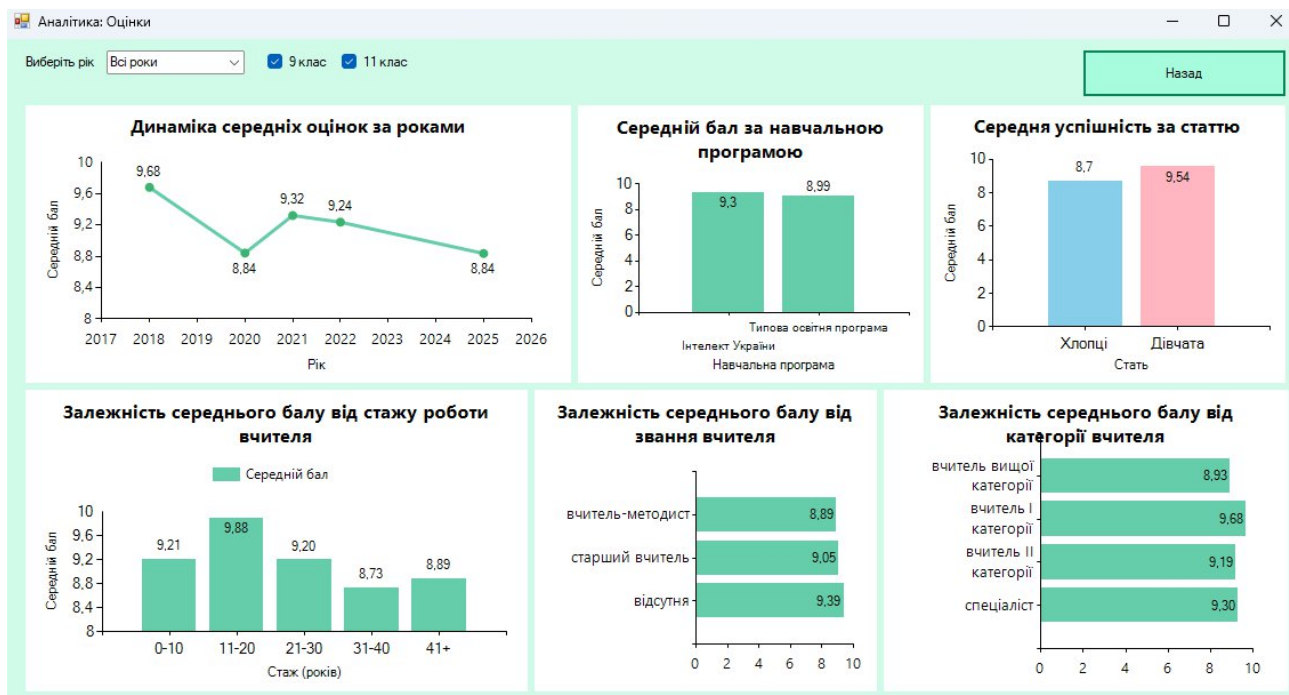


Рисунок 3.13 – Вікно «Аналітика: Оцінки»

3.4.6. Обмеження дослідження та потенціал для подальшої роботи

У процесі реалізації дослідження були виявлені певні обмеження, які варто враховувати під час інтерпретації результатів і планування подальших етапів розвитку системи. Передусім, розроблена аналітика охоплює вибір учнями предметів для складання ДПА, однак не включає результати самої атестації. Це звужує можливість оцінити взаємозв'язок між поточними навчальними досягненнями та підсумковими результатами ДПА, а також обмежує точність висновків щодо ефективності навчальних програм і методичної діяльності вчителів.

Система базується переважно на кількісних показниках електронного журналу, що відображають лише формальні оцінки учнів. Такі важливі чинники, як мотивація, навчальні стратегії, позакласна діяльність, психологічні особливості, стиль взаємодії вчителя з учнями, залишаються поза межами аналізу, хоча вони суттєво впливають на результативність навчання. Це створює природні обмеження у глибині інтерпретації отриманих закономірностей.

Ще одним обмеженням є те, що дослідження ґрунтується на даних одного закладу освіти, що не дає змоги здійснити міжшкільні порівняння або визначити, чи виявлені тенденції є типовими для ширшого освітнього середовища. Крім того, не всі дані структуровані таким чином, щоб повністю відтворювати індивідуальну динаміку учня — наприклад, відсутні окремі елементи, які дозволили б оцінити прогрес у кожній темі протягом року.

З технічного погляду модель даних потребує подальшого розширення. Наразі система не підтримує автоматичний імпорт зовнішніх результатів (ДПА, НМТ), не аналізує часові тренди на рівні окремого учня та обмежена у побудові складних предикативних моделей. Крім того, частина візуалізацій відображає лише агреговані показники, що зменшує можливість виявлення прихованих індивідуальних та групових особливостей.

Потенціал для подальшої роботи:

- додавання до системи не лише вибору ДПА, а й результатів атестації для повнішої оцінки навчальних досягнень;
- розширення структури даних за рахунок включення додаткових навчальних показників та активностей учнів;
- інтеграція алгоритмів машинного навчання для глибшого аналізу тенденцій та виявлення прихованих залежностей;
- масштабування дослідження та порівняльної аналітики на більшу кількість закладів освіти.

3.5. Висновок по розділу 3

У третьому розділі були вирішені завдання, пов'язані з практичною реалізацією та апробацією інформаційно-аналітичної системи для дослідження успішності учнів випускних класів СШ №61. На основі аналізу вимог, сформованих у попередніх розділах, здійснено повне обґрунтування вибору технологій, середовища розроблення, засобів зберігання та обробки даних, а також інструментів візуалізації.

У межах розділу обґрунтовано використання платформи .NET Framework, що забезпечила стабільне програмне середовище для побудови настільного застосунку із використанням мови програмування С#. Застосування технології Windows Forms дозволило створити інтуїтивно зрозумілий, функціонально орієнтований інтерфейс користувача, який повністю відповідає вимогам адміністративного персоналу школи.

Особлива увага приділена обґрунтуванню вибору системи управління базами даних. Для збереження історичних освітніх даних, забезпечення їх цілісності, масштабованості та підтримки складних аналітичних запитів було обрано Microsoft SQL Server. Його вибір зумовлений високою продуктивністю, підтримкою реляційної моделі, розвинутими механізмами безпеки, а також сумісністю з платформою .NET. Для взаємодії програмного застосунку з базою даних застосовано бібліотеку System.Data.SqlClient, яка забезпечує ефективне виконання параметризованих SQL-запитів, транзакцій і обробку результатів, що мінімізує ризики помилок і підвищує надійність роботи системи.

Для забезпечення імпорту початкових даних із зовнішніх джерел, зокрема Excel-файлів, впроваджено бібліотеку EPPlus, що дає змогу виконувати читання, валідацію та структурування даних без необхідності встановлення сторонніх офісних пакетів. Використання EPPlus суттєво підвищило ефективність процесів ETL – завантаження, трансформації та підготовки даних для подальшого аналітичного опрацювання.

Для реалізації модулів аналітики та графічного представлення результатів успішності застосовано компоненти Chart Controls, що входять до складу .NET Framework. Це забезпечило можливість побудови інтерактивних діаграм, графічних порівнянь та розподілів, необхідних для наочного представлення тенденцій навчальних результатів. Реалізовані засоби візуалізації дозволили значно підвищити інформативність аналітичних матеріалів та полегшили прийняття управлінських рішень адміністрацією школи.

У розділі також розроблено і впроваджено архітектуру інформаційної системи, що складається з модулів імпорту даних, редагування, збереження,

аналітики та візуалізації. Створено сховище даних, передбачено процеси їх ETL-обробки та формування узгоджених структур, що дозволило забезпечити достовірність, систематичність і зручність подальшого багатовимірного аналізу.

Проведена апробація програмного забезпечення засвідчила його відповідність поставленим вимогам і продемонструвала ефективність реалізованих технічних рішень. Результати тестування підтвердили скорочення часу на обробку інформації, зменшення кількості помилок, притаманних ручним методам аналізу, а також підвищення точності та операційності отриманих аналітичних показників.

Таким чином, результати третього розділу підтверджують доцільність обраних технологічних рішень і доводять, що створена інформаційно-аналітична система є комплексним, функціональним та надійним інструментом, здатним забезпечувати сучасний рівень цифрової аналітики в закладі середньої освіти. Реалізація системи сприяє підвищенню прозорості, достовірності та ефективності управління навчальним процесом, що є важливим кроком у напрямі цифрової трансформації шкільної аналітики.

ВИСНОВКИ

У межах даної кваліфікаційної роботи було досліджено та реалізовано інформаційну систему для автоматизованого збору, збереження, аналізу та візуалізації даних про навчальні досягнення учнів випускних класів СШ №61 з поглибленим вивченням інформаційних технологій (Додаток В). Під час дослідження встановлено, що ручні методи опрацювання даних, які використовуються у школі не забезпечують достатньої швидкості та зручності аналізу, а також створюють труднощі при систематизації та аналітиці історичних даних, що обґрунтовує актуальність впровадження сучасних цифрових рішень у сферу управління закладом середньої освіти.

Наукові результати роботи полягають у формуванні концептуальної моделі освітньої аналітики, яка поєднує описові, діагностичні, порівняльні та структурні методи аналізу. Було визначено закономірності, що характеризують взаємозв'язки між показниками успішності, вибором предметів державної підсумкової атестації, особливостями навчальних програм та педагогічними характеристиками. Систематизація цих залежностей дала змогу розширити уявлення про структуру і динаміку навчальних результатів, а також обґрунтувати ефективність застосованих методів дослідження для оцінювання якості освітнього процесу.

Практичні результати кваліфікаційної роботи полягають у створенні повноцінної інформаційної системи, яка забезпечує централізоване зберігання та автоматизовану обробку навчальних даних. Реалізований застосунок на основі мови C# та Microsoft SQL Server дозволяє здійснювати оперативний аналіз показників, порівнювати результати між роками, предметами, класами та навчальними програмами, а також формувати інтерактивні графічні візуалізації за допомогою Chart Controls. Система продемонструвала ефективність у виявленні тенденцій успішності, визначенні сильних і слабких сторін навчального процесу, оцінюванні впливу педагогічного стажу та специфіки навчальних програм. Використання системи значно скорочує час підготовки звітності, знижує ризики помилок і підвищує прозорість моніторингу.

На основі отриманих результатів було зроблено висновок, що впровадження аналітичних інформаційних систем у заклади середньої освіти є перспективним напрямом розвитку освітньої аналітики, який сприятиме підвищенню якості управлінських рішень та конкурентоспроможності освітніх установ в умовах цифрової трансформації. Реалізована система забезпечує централізоване зберігання даних, автоматизовану обробку інформації та формування інтерактивних графічних звітів. Апробація системи підтвердила її ефективність у прискоренні формування аналітичних матеріалів, зменшенні кількості технічних помилок та підвищенні інформативності візуалізації даних.

Рекомендації щодо подальшого наукового та практичного використання результатів полягають у доцільності розширення функціональних можливостей системи шляхом інтеграції з електронними журналами та зовнішніми освітніми платформами, удосконалення моделей аналізу за рахунок залучення методів прогнозування та машинного навчання, а також розширення структури даних шляхом включення додаткових навчальних показників і активностей учнів. Подальше накопичення та систематизація навчальних даних сприятиме підвищенню точності аналітичних висновків і розширенню можливостей для комплексної оцінки якості освіти.

Таким чином, виконана кваліфікаційна робота підтверджує, що застосування сучасних інформаційних технологій у сфері освітньої аналітики є ефективним, науково обґрунтованим та перспективним напрямом розвитку, здатним суттєво покращити якість управління навчальним процесом та підтримати процес цифрової трансформації закладів середньої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. МОН. Цифрова трансформація освіти і науки URL: <https://mon.gov.ua/tag/tsifrova-transformatsiya-osviti-i-nauki?&tag=tsifrova-transformatsiya-osviti-i-nauki> (дата звернення: 23.11.2025).

2. Шевчук Д.О. «Застосування LMS для аналітики успішності учнів, їх аналіз, порівняння, переваги, недоліки», 2-а міжнародна науково-практична конференція «Штучний інтелект та інформаційні технології» (АІТ-2025), с. 233-234 URL: <https://drive.google.com/file/d/1xJGV1vJKJ5oLKkARBCmI401Fw3fMhLWH/view> (дата звернення: 23.11.2025).

3. Д.О. Шевчук, С.В. Грибков (2025). «Розроблення системи для аналізу успішності учнів випускних класів», у XII-ій Міжнародній науково-технічній Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами».

4. Київ. ІСУО - СІШ №61 URL: <https://kv.isuo.org/schools/view/id/23278> (дата звернення: 23.11.2025).

5. Спеціалізована школа І-ІІІ ступенів №61 з поглибленим вивченням інформаційних технологій URL: <http://www.school61.in.ua/%D1%96%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F-%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B8/> (дата звернення: 23.11.2025).

6. Спеціалізована школа І-ІІІ ступенів №61 з поглибленим вивченням інформаційних технологій - Педагогічний колектив - URL: <https://www.school61.in.ua/%d0%b0%d0%b4%d0%bc%d1%96%d0%bd%d1%96%d1%81%d1%82%d1%80%d0%b0%d1%86%d1%96%d1%8f-3/> (дата звернення: 23.11.2025).

7. Panorama Education URL: <https://www.panoramaed.com/> (дата звернення: 23.11.2025).

8. Schoolytics URL: <https://www.schoolytics.com/> (дата звернення: 23.11.2025).

9. SAS. School Performance Management URL: https://www.sas.com/ru_ua/industry/education/solution/k-12/school-performance-management.html (дата звернення: 23.11.2025).

10. Frontline Education URL: <https://www.frontlineeducation.com/> (дата звернення: 23.11.2025).

11. EducateMe URL: <https://www.educate-me.co/> (дата звернення: 23.11.2025).

12. DefendingEd. Panorama Education - Albuquerque Public Schools Contract (2025) URL: <https://defendinged.org/wp-content/uploads/2025/04/Panorama-Albuquerque.pdf> (дата звернення: 23.11.2025).

13. University of Washington. SAS Server License (2024). URL: <https://csde.washington.edu/sas-server-license/> (дата звернення: 23.11.2025).

14. Frontline Education Renewal Notice URL: <https://resources.finalsite.net/images/v1689093242/csd49org/ogzbsifuomhcs3j5kirx/FrontlineRenewal-Q-108536-2022-03-22.pdf> (дата звернення: 23.11.2025).

15. EducateMe. Ukrainian Hub URL: <https://www.educate-me.co/customers/ukrainian-hub> (дата звернення: 23.11.2025).

16. Bizagi Modeler URL: <https://www.bizagi.com/en/platform/modeler> (дата звернення: 23.11.2025).

17. Лукіна Т.О. (2012) Formation of a monitoring system the education sphere in Ukraine: Problems and Prospects Вересень №4. Р. 13-23

18. Анісімов В.А. (2025). ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ОСВІТИ НА РІВНІ ЗАКЛАДУ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ. Підприємництво та інновації №36, 65-70 с.

19. Платформа "Єдина школа" URL: <https://eschool-ua.com/#/> (дата звернення: 23.11.2025).

20. Microsoft SQL Server. URL: <https://www.microsoft.com/uk-ua/sql-server> (дата звернення: 23.11.2025).

21. MariaDB. URL: <https://mariadb.com/> (дата звернення: 23.11.2025).
22. PostgreSQL. URL: <https://www.postgresql.org/> (дата звернення: 23.11.2025).
23. Python URL: <https://www.python.org/> (дата звернення: 24.11.2025).
24. Java URL: <https://www.oracle.com/java/> (дата звернення: 24.11.2025).
25. C# (.NET) URL: <https://learn.microsoft.com/uk-ua/dotnet/csharp/> (дата звернення: 24.11.2025).
26. EPPlus URL: <https://www.epplussoftware.com/> (дата звернення: 24.11.2025).
27. ClosedXML. URL: <https://closedxml.io/> (дата звернення: 24.11.2025).
28. NPOI. URL: <https://www.nuget.org/packages/NPOI/> (дата звернення: 24.11.2025).
29. System.Data.SqlClient. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.data.sqlclient?view=windowsdesktop-10.0> (дата звернення: 24.11.2025).
30. Microsoft.Data.SqlClient. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/api/microsoft.data.sqlclient?view=sqlclient-dotnet-core-6.0> (дата звернення: 24.11.2025).
31. Dapper. URL: <https://www.learnmapper.com/> (дата звернення: 24.11.2025).
32. Entity Framework. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/ef/> (дата звернення: 24.11.2025).
33. Chart Controls (.NET). URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/connect/ado-net/microsoft-ado-net-sql-server?view=sql-server-ver17> (дата звернення: 24.11.2025).
34. LiveCharts. URL: <https://livecharts.dev/> (дата звернення: 24.11.2025).
35. ScottPlot. URL: <https://scottplot.net/> (дата звернення: 24.11.2025).
36. Draw.io . URL: <https://www.drawio.com/> (дата звернення: 24.11.2025).

ДОДАТКИ

Додаток А. Модель організаційної структури

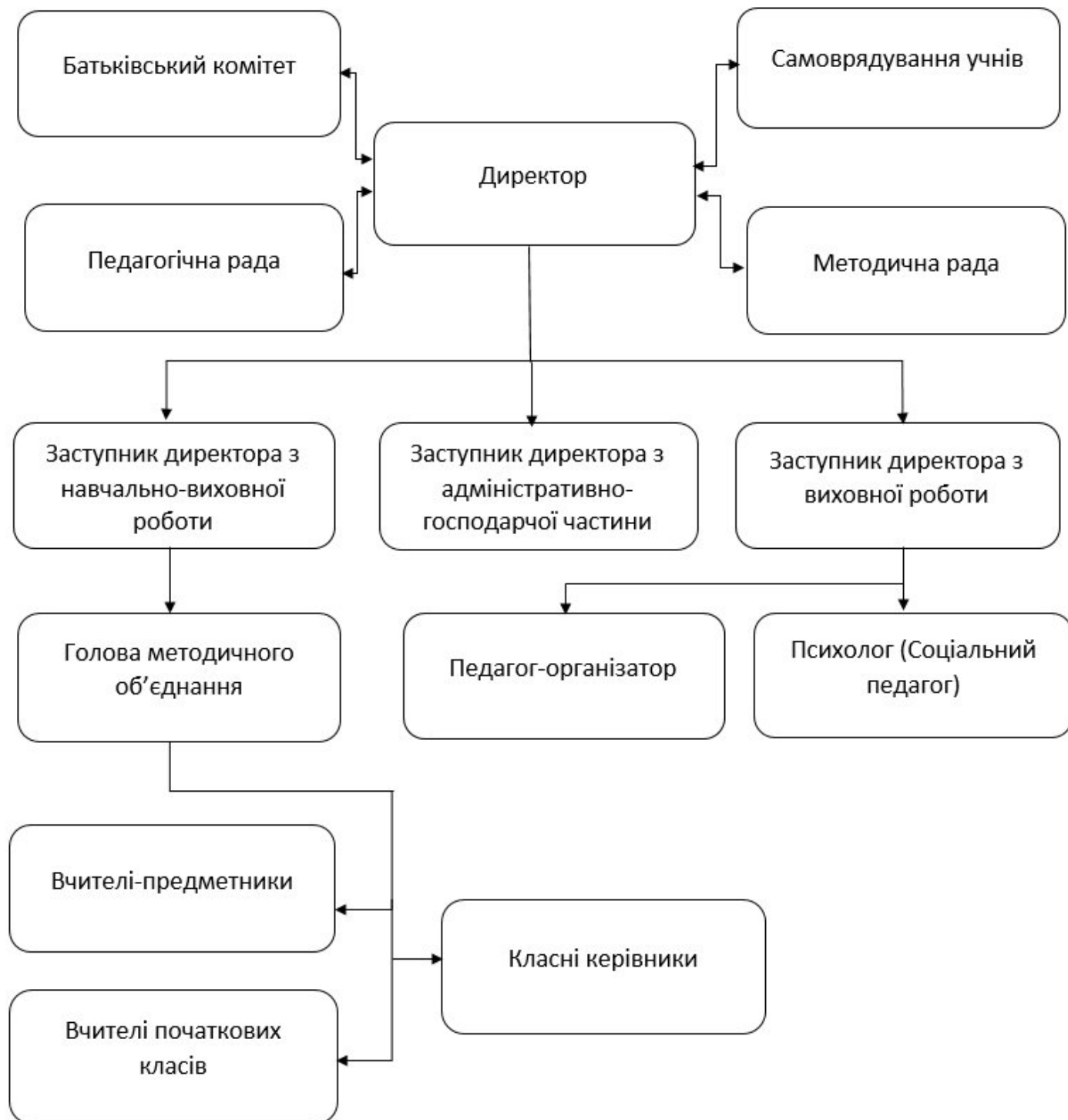


Рисунок А.1 - Модель організаційної структури Спеціалізованої школи І-ІІІ ступенів №61 з поглибленим вивченням інформаційних технологій

Додаток Б. Код програми

Б.1. Код методу завантаження даних з Excel-файлу.

```
private DataTable LoadExcelToDataTable(string path)
{
    OfficeOpenXml.ExcelPackage.LicenseContext =
OfficeOpenXml.LicenseContext.NonCommercial;

    DataTable dt = new DataTable();

    HashSet<string> columnNames = new HashSet<string>();

    using (var package = new OfficeOpenXml.ExcelPackage(new FileInfo(path)))
    {
        var worksheet = package.Workbook.Worksheets [0];
        int colCount = worksheet.Dimension.End.Column;
        int rowCount = worksheet.Dimension.End.Row;
        for (int col = 1; col <= colCount; col++)
        {
            string colName = worksheet.Cells [1, col].Text.Trim();
            if (string.IsNullOrEmpty(colName))
            {
                colName = $"Column {col}";
            }

            string uniqueName = colName;
            int suffix = 1;

            while (columnNames.Contains(uniqueName))
            {
                uniqueName = $" {colName} _ {suffix}";
```

```

        suffix++;
    }
    columnNames.Add(uniqueName);
    dt.Columns.Add(uniqueName);
}
for (int row = 1; row <= rowCount; row++)
{
    DataRow newRow = dt.NewRow();
    for (int col = 1; col <= colCount; col++)
    {
        newRow [col - 1] = worksheet.Cells [row, col].Text;
    }
    dt.Rows.Add(newRow);
}
}
return dt;
}

```

Б.2. Код методу, що здійснює імпорт даних з таблиці до бази даних.

```

private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    check_box_data();
    BD_import bdImport = new BD_import();
    int newClassId = bdImport.InsertClass(
        textBox1.Text,
        Convert.ToInt32(comboBoxTeacher.SelectedValue),

```

```

Convert.ToInt32(textBox2.Text),
comboBoxCurriculum.SelectedItem.ToString()
);
var subjectsRow = dataGridView1.Rows [0]; // рядок з назвами предметів
var teachersRow = dataGridView1.Rows [1]; // рядок з іменами викладачів
for (int i = 2; i < dataGridView1.Rows.Count; i++)
{
    var row = dataGridView1.Rows [i];
    if (row.IsNewRow) continue;
    string firstCell = row.Cells [0].Value?.ToString()?.Trim();
    if (string.IsNullOrEmpty(firstCell))
    {
        MessageBox.Show("Успішно збережено");
        break;
    }
    BD_import.studentData student = new BD_import.studentData
    {
        student_last_name = row.Cells [3].Value?.ToString(),
        student_first_name = row.Cells [4].Value?.ToString(),
        student_middle_name = row.Cells [5].Value?.ToString(),
        student_gender
= !string.IsNullOrEmpty(row.Cells [6].Value?.ToString()) ?
row.Cells [6].Value.ToString().Trim().Substring(0, 1) : null,
        student_dpa_1 = row.DataGridView.Columns.Contains("ДПА1") ?
row.Cells ["ДПА1"]?.Value?.ToString() : null,
        student_dpa_2 = row.DataGridView.Columns.Contains("ДПА2") ?
row.Cells ["ДПА2"]?.Value?.ToString() : null,

```

```

        student_dpa_3 = row.DataGridView.Columns.Contains("ДПА3") ?
row.Cells ["ДПА3"]?.Value?.ToString() : null,

        student_dpa_4 = row.DataGridView.Columns.Contains("ДПА4") ?
row.Cells ["ДПА4"]?.Value?.ToString() : null

};

try
{

    int newStudentId = bdImport.InsertStudent(student, newClassId);
    for (int col = 7; col < dataGridView1.Columns.Count; col++)
    {
        string subject = subjectsRow.Cells [col].Value?.ToString()?.Trim();
        if (string.IsNullOrEmpty(subject) || subject.Equals("ДПА1",
StringComparison.OrdinalIgnoreCase))
        {
            break;
        }
        string teacher = teachersRow.Cells [col].Value?.ToString()?.Trim();
        string gradeText = row.Cells [col].Value?.ToString()?.Trim();
        if (string.IsNullOrWhiteSpace(gradeText))
            continue;
        if (int.TryParse(gradeText, out int grade))
        {
            bdImport.InsertGrade(teacher, subject, grade, newStudentId);
        }
    }
}
}

```

```

catch (Exception ex)
{
    MessageBox.Show($"Помилка при додаванні учня
{student.student_last_name}: {ex.Message}");
}
}
}

```

Б.3. Код методу побудови діаграми "Середні оцінки по навчальних програмах".

```

private void DrawAverageByCurriculumChart(DataTable table)
{
    if (table == null || table.Rows.Count == 0)
    {
        chart2.Series.Clear();
        chart2.Titles.Clear();
        return;
    }

    var grouped = table.AsEnumerable()
        .Where(r => !r.IsNull("class_curriculum") &&
r ["class_curriculum"].ToString() != "")
        .GroupBy(r => r ["class_curriculum"].ToString())
        .Select(g => new
    {
        Curriculum = g.Key,
        AvgGrade = Math.Round(g.Average(r =>
Convert.ToDouble(r ["grade_value"])), 2)
    })
}

```

```
.OrderBy(x => x.Curriculum)
.ToList();

chart2.Series.Clear();

chart2.Titles.Clear();

chart2.ChartAreas.Clear();

chart2.ChartAreas.Add(new ChartArea("mainarea"));

var area = chart2.ChartAreas ["mainarea"];

area.AxisX.MajorGrid.Enabled = false;

area.AxisY.MajorGrid.Enabled = false;

chart2.Legends.Clear();

Series series = new Series("середній бал");

series.ChartType = SeriesChartType.Column;

series.IsValueShownAsLabel = true;

series.Color = Color.MediumAquamarine;

chart2.Series.Add(series);

foreach (var item in grouped)
    series.Points.AddXY(item.Curriculum, item.AvgGrade);

area.AxisX.Title = "Навчальна програма";

area.AxisY.Title = "Середній бал";

area.AxisY.Minimum = 0;

area.AxisY.LabelStyle.Format = "0.00";

area.AxisX.Interval = 1;

area.AxisY.Interval = 2;

chart2.Titles.Add(new Title("Середні оцінки по навчальних програмах",
    Docking.Top,
```

```

        new Font("segoe ui", 12, FontStyle.Bold),
        Color.Black));
    }

```

Б.4. Код методу фільтрації даних.

```

private void ApplyFilters()
{
    if (allData == null || allData.Rows.Count == 0)
        return;

    DataTable filtered = allData.Copy();
    string selectedYear = comboBox1.SelectedItem.ToString();
    if (selectedYear != "Всі роки")
    {
        int year = int.Parse(selectedYear);
        var rows = filtered.AsEnumerable()
            .Where(r => r.Field<int>("class_year") == year);
        filtered = rows.Any() ? rows.CopyToDataTable() : filtered.Clone();
    }

    int subjectId = Convert.ToInt32(comboBox2.SelectedValue);
    if (subjectId != 0) // 0 = "Всі предмети"
    {
        var rows = filtered.AsEnumerable()
            .Where(r => r.Field<int>("subject_id") == subjectId);
        filtered = rows.Any() ? rows.CopyToDataTable() : filtered.Clone();
    }

    bool show9 = checkBox9.Checked;

```

```
bool show11 = checkBox11.Checked;
if (show9 == false && show11 == false)
{
    filtered = filtered.Clone();
}
else if (show9 && !show11)
{
    var rows = filtered.AsEnumerable()
        .Where(r => r.Field<string>("class_name").TrimStart().StartsWith("9"));
    filtered = rows.Any() ? rows.CopyToDataTable() : filtered.Clone();
}
else if (!show9 && show11)
{
    var rows = filtered.AsEnumerable()
        .Where(r => r.Field<string>("class_name").TrimStart().StartsWith("11"));
    filtered = rows.Any() ? rows.CopyToDataTable() : filtered.Clone();
}
DrawChart(filtered);
}
```

Додаток В. Скріншоти програмного застосунку

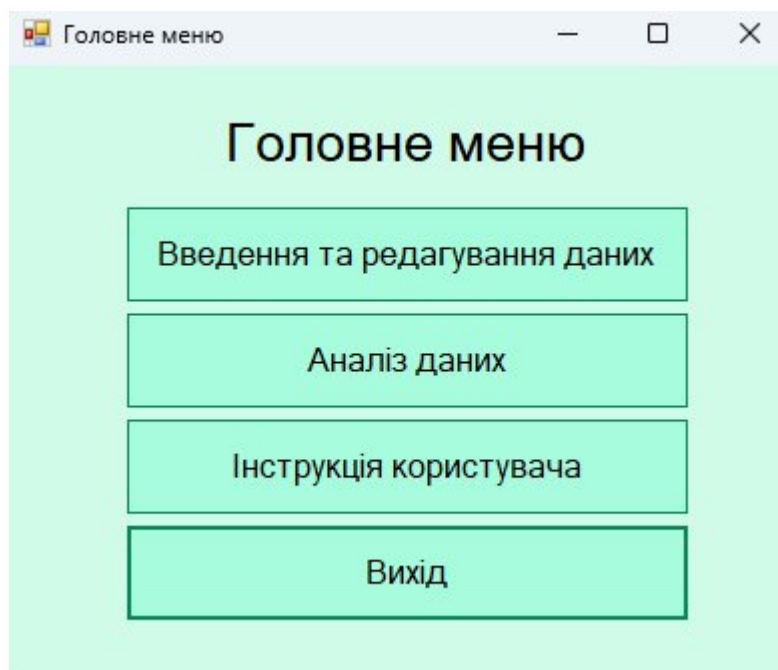


Рисунок В.1 – Головне меню

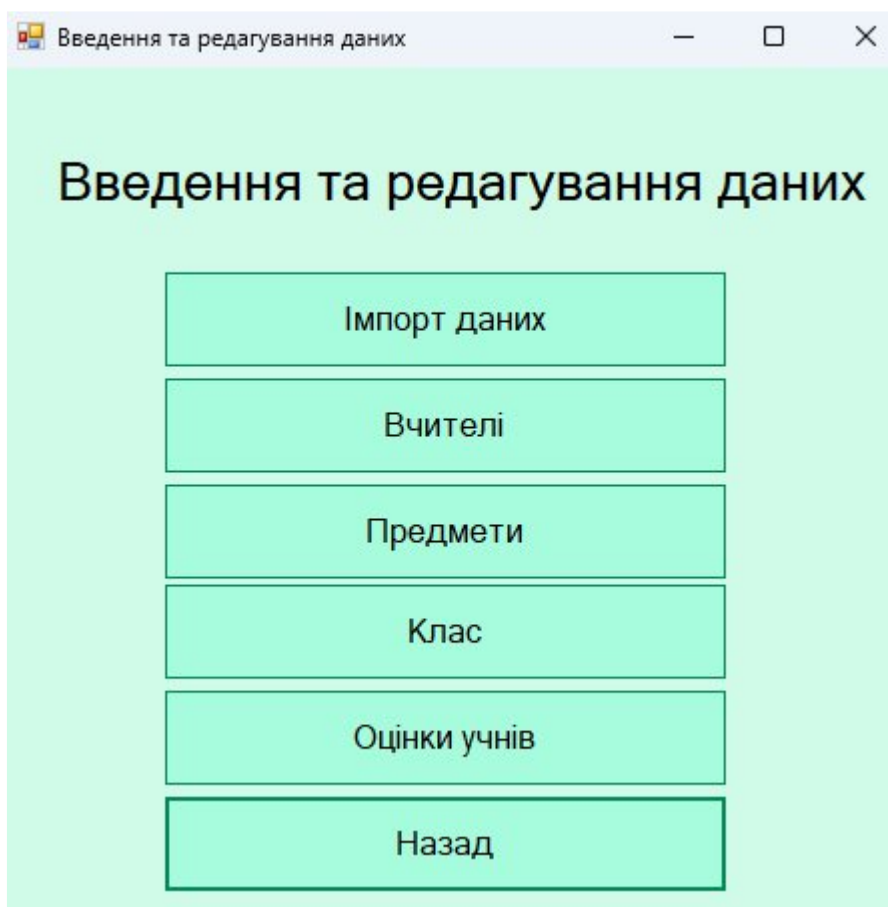


Рисунок В.2 – Підменю «Введення даних»



Рисунок В.3 – Імпорт даних

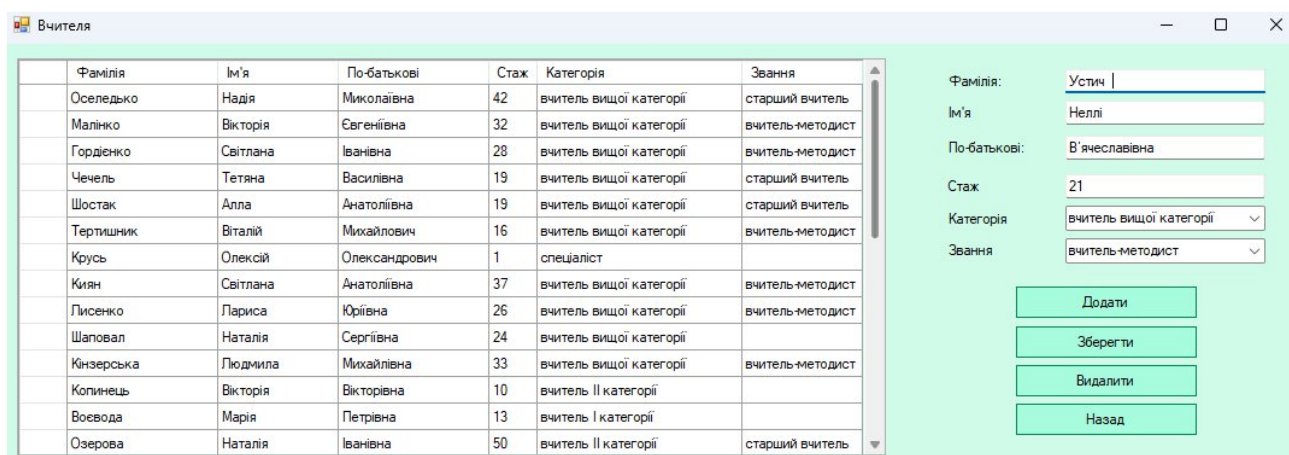


Рисунок В.4 – Вікно перегляду та керування записами вчителів

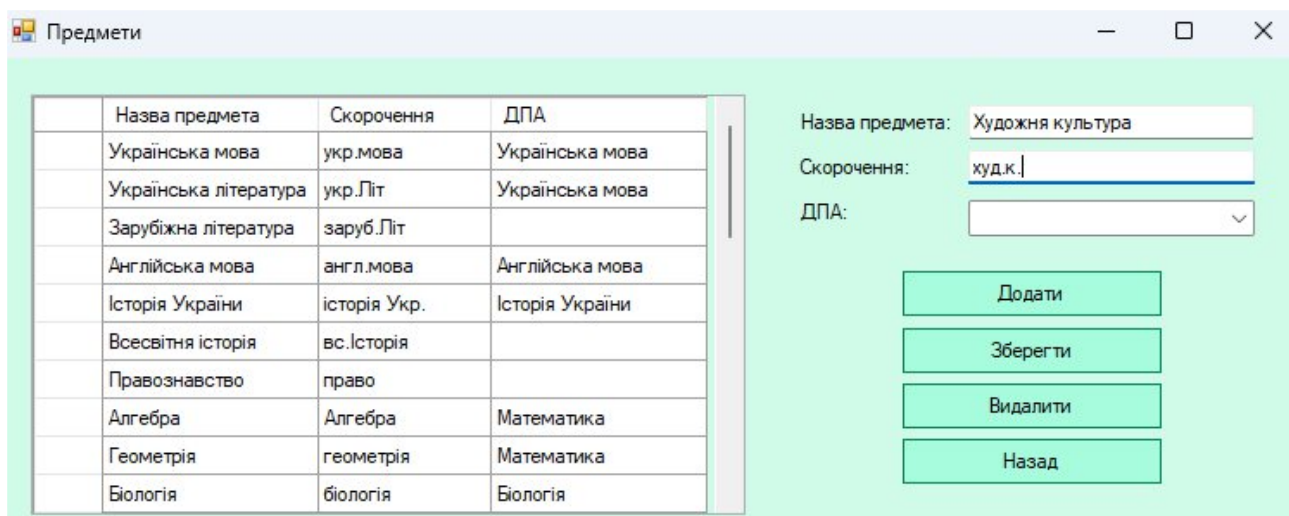


Рисунок В.5 – Вікно перегляду та керування записами предметів

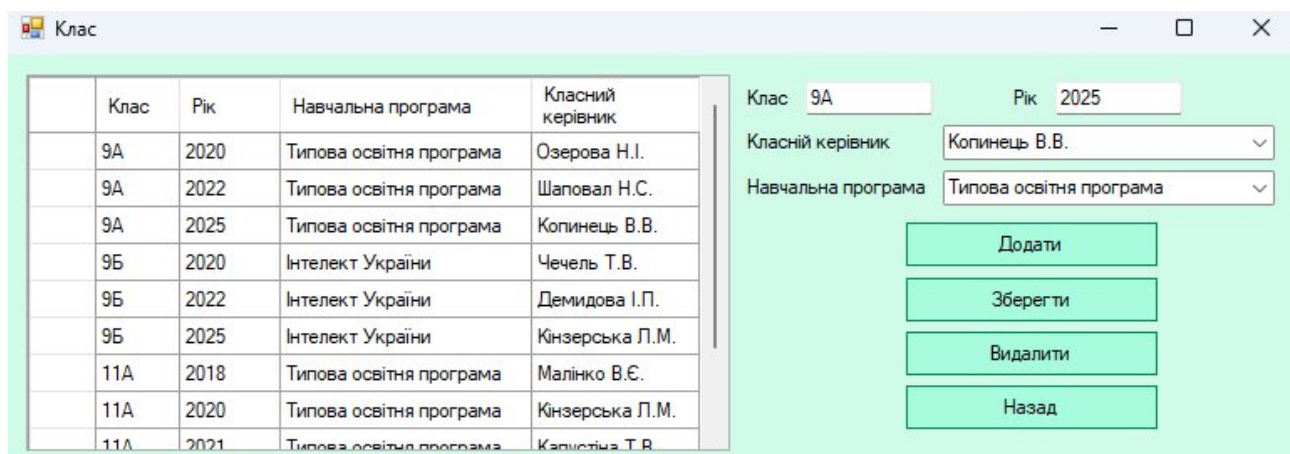


Рисунок В.6 – Вікно перегляду та керування записами класів

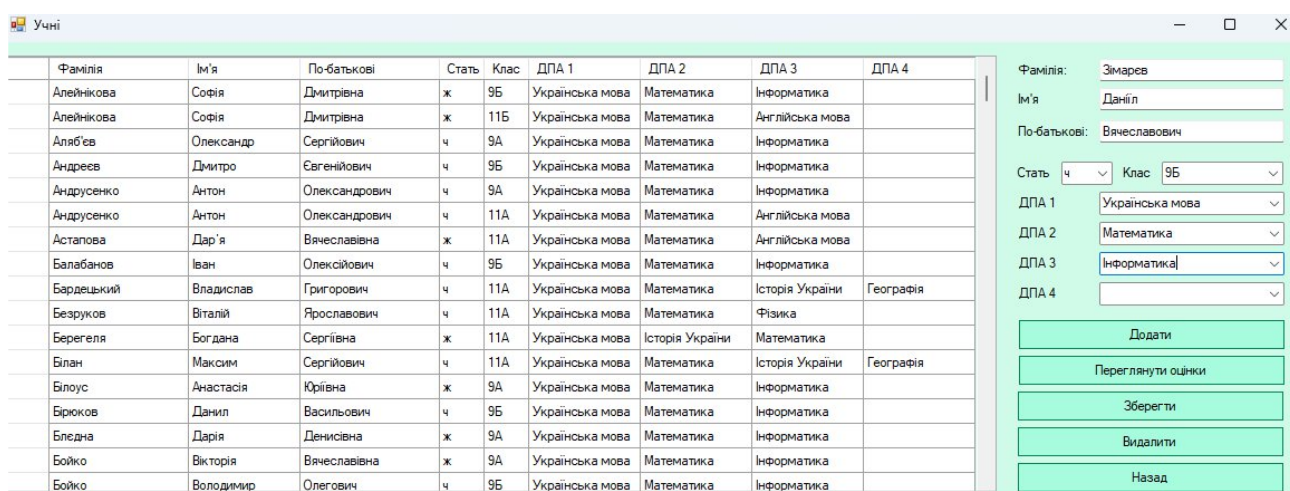


Рисунок В.7 – Вікно перегляду та керування записами учнів



Рисунок В.8 – Вікно перегляду та керування записами оцінок учня

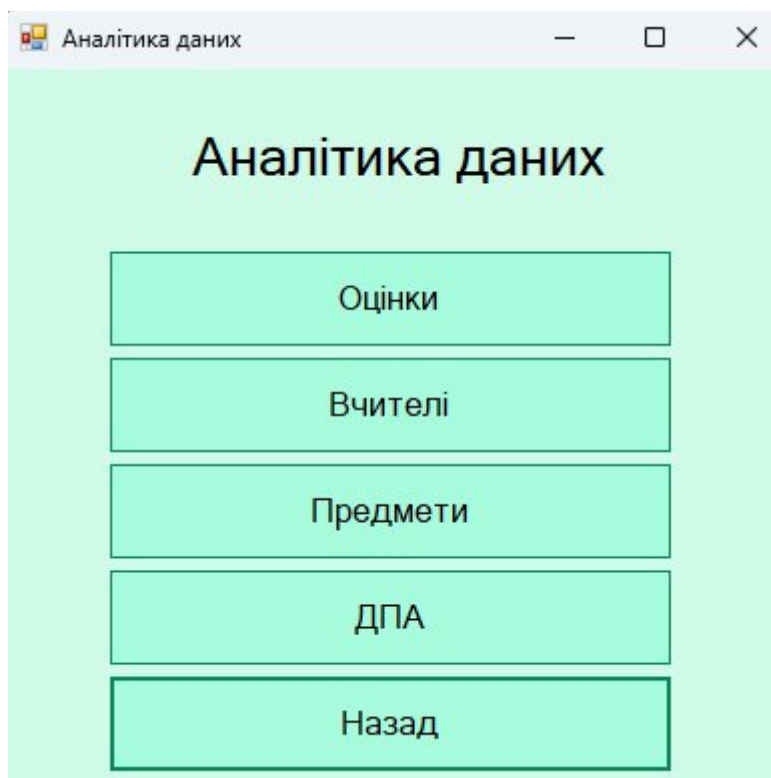


Рисунок В.9 – Підменю «Аналітика даних»

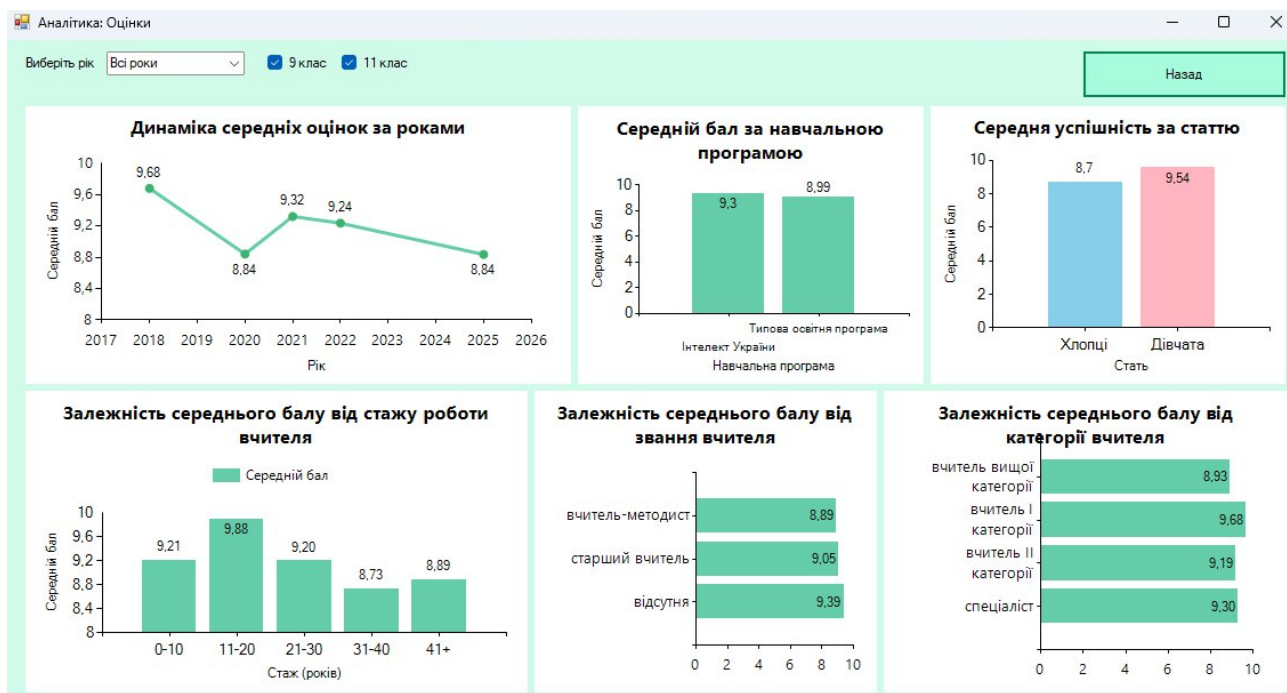


Рисунок В.10 – Вікно «Аналітика: Оцінки»

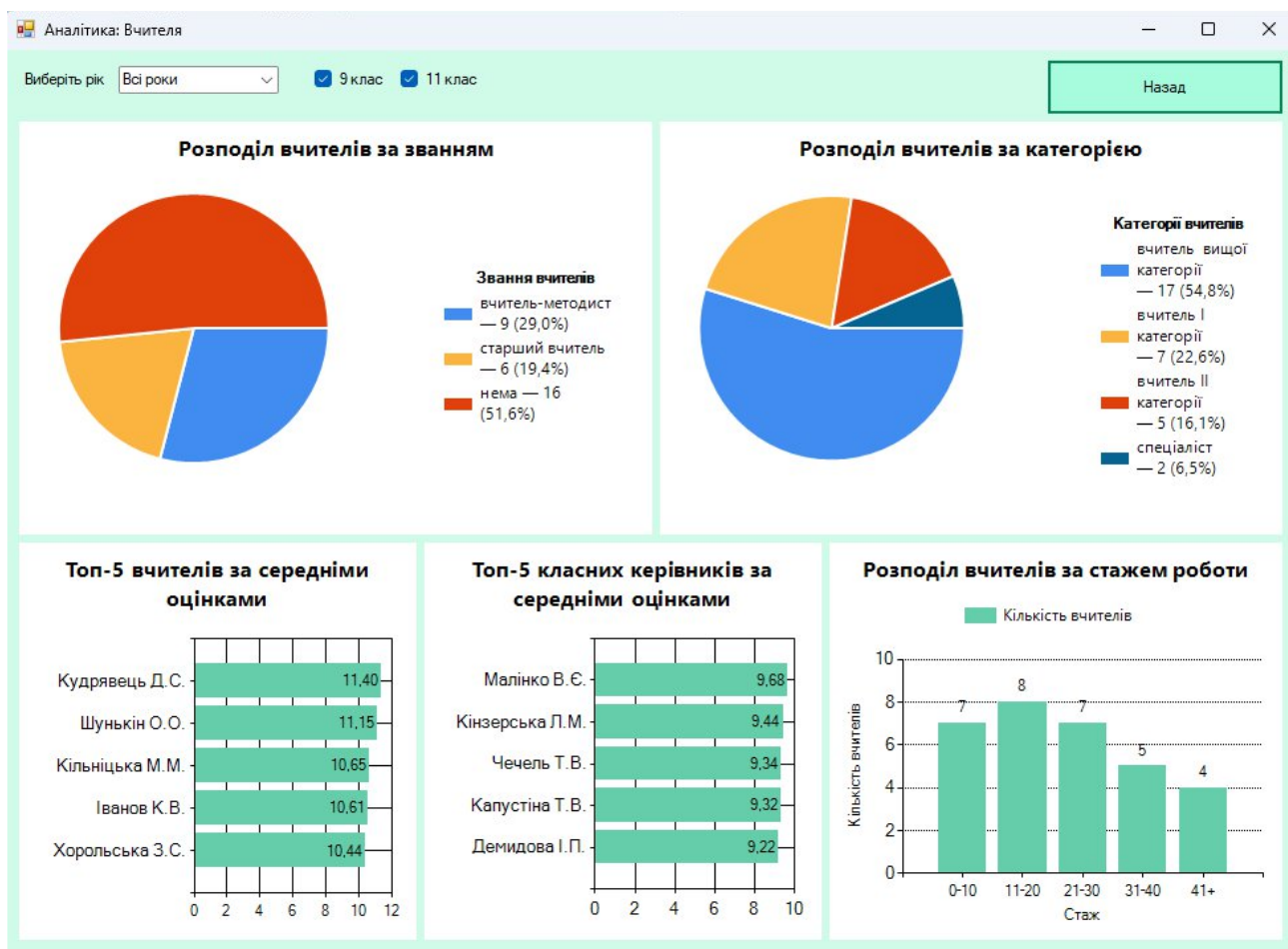


Рисунок В.11 – Вікно «Аналітика: Вчителя»



Рисунок В.12 – Вікно «Аналітика: Предмети»



Рисунок В.13 – Вікно «Аналітика: ДПА»