

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
економічної кібернетики

к.е.н., доц. _____ Володимир ХАРЧЕНКО
(підпис)

“ ___ ” _____ 2025 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему

«Методи та моделі оцінки освітніх траєкторій студентів»

Спеціальність	051 – «Економіка»
Освітня програма	«Цифрова економіка»
Програма підготовки	освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

К.е.н., доцент _____ Володимир ХАРЧЕНКО

Керівник бакалаврської

кваліфікаційної роботи, к.е.н., доц. _____ Наталія КЛИМЕНКО

Виконала:

_____ Софія ШУМСЬКА

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Завідувач кафедри
економічної кібернетики
к.е.н., доц. Вододимир ХАРЧЕНКО
«20» грудня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
до виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи
студентки Шумській Софії Сергіївни**

Спеціальність	051 «Економіка»
Освітня програма	«Цифрова економіка»
Програма підготовки	освітньо-професійна

1. Тема роботи: « Методи та моделі оцінки освітніх траєкторій студентів » затверджена наказом ректора НУБіП України від 16.12 2024 р. № 2252 «С»
2. Термін подання завершеної роботи на кафедру: 06. 06. 2025 р.
3. Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи –дані з аналітичної бази EDEBO, посеместрові дані Інформаційної системи «Деканат» та логи Навчального порталу(LMS) Moodle НУБіП України, матеріали періодичних видань, підручників, монографій.
4. Перелік графічного матеріалу: 4 таблиць, 18 рисунків, 3 формули.
5. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають дослідженню в роботі):
 1. Поняття, класифікація та особливості освітніх траєкторій студентів.
 2. Сучасні методи та підходи до оцінювання освітніх траєкторій.
 3. Фактори, що впливають на формування та академічну успішність студентів.
 4. Аналіз даних та візуалізація освітніх траєкторій студентів.
 5. Дата отримання завдання 20.12.2024 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи к.е.н., доц. _____ Наталія КЛИМЕНКО

Завдання прийняла до виконання _____ Софія ШУМСЬКА

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ ..	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ОСВІТНІХ ТРАЄКТОРІЙ СТУДЕНТІВ	8
1.1 Поняття, класифікація та особливості освітніх траєкторій.....	8
1.2 Теоретико-методологічні підходи до дослідження освітніх траєкторій	10
1.3 Цифровізація освіти та її роль у формуванні навчальних маршрутів	12
1.4 Освітні траєкторії навчання здобувачів вищої освіти в умовах режиму воєнного стану в Україні	17
РОЗДІЛ 2. Методичні підходи та візуальний аналіз освітніх траєкторій	21
2.1 Аналіз існуючих методів оцінки освітніх траєкторій студентів	21
2.2 Дані дослідження та особливості їх збору	28
2.3 Візуальний аналіз освітньої активності	29
РОЗДІЛ 3. Моделювання освітніх траєкторій: практичне застосування методів оцінки	44
3.1 Моделювання успішності навчання на основі освітніх траєкторій студентів.....	44
3.2 Аналіз освітніх траєкторій студентів обраного університету: результати та інтерпретація	53
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	59
ДОДАТКИ.....	64

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ХНЕУ – Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

НУБіП – Національний університет біоресурсів і природокористування України

КНУ – Київський національний університет

LMS – Learning Management System (Система управління навчанням)

KNN – K-Nearest Neighbors (Метод k найближчих сусідів)

КБ – Конкурсний бал

ВСТУП

Актуальність теми. Вивчення освітніх траєкторій студентів стає надзвичайно актуальним у сучасному середовищі вищої освіти, оскільки воно пов'язане з якістю навчальних програм та задоволеністю студентів навчальним процесом. Сфера є актуальною ще й у зв'язку з дедалі більшою індивідуалізацією навчальних планів та підвищенням вимог до результатів навчання як з боку держави, так і з боку роботодавців. Проте сферою, яка переживає значний розвиток у контексті цифровізації освіти, є відповідний аналіз даних про успішність, відвідуваність уроків, соціально-економічні чинники тощо. Комплексна оцінка освітніх траєкторій також може стати основою для виявлення проблем у навчальному процесі на ранніх етапах і для розробки персоналізованих освітніх стратегій. У свою чергу, це сприятиме підвищенню якості освітніх послуг та конкурентоспроможності закладів вищої освіти.

Мета та завдання дослідження. Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є аналіз та оцінка освітніх траєкторій студентів на основі даних про їх академічний прогрес з метою виявлення факторів успішності та обґрунтування висновків щодо результатів навчання. Для досягнення поставленої мети передбачається вирішити такі завдання:

- охарактеризувати поняття, види та особливості освітніх траєкторій;
- здійснити огляд сучасних методів і моделей оцінки освітніх траєкторій;
- дослідити фактори, що впливають на успішність (бали) студентів, з урахуванням соціально-економічних, навчальних характеристик та цифрової активності;
- застосувати відповідні методи аналізу даних, включаючи візуальний аналіз, для оцінки освітніх траєкторій та інтерпретації результатів навчання;

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є процеси формування та оцінки освітніх траєкторій студентів у закладах вищої освіти. Предметом дослідження є методи та моделі аналізу освітніх траєкторій, а також чинники, що визначають успішність студентів на різних етапах навчання.

Методи дослідження. У процесі дослідження використовуються такі методи:

- аналіз статистичних даних про успішність і відвідуваність студентів;
- методи статистичного аналізу даних, зокрема візуалізації, факторного, кореляційного та регресійного аналізу;
- аналіз у середовищах Excel, Python, Power BI.

Практичне значення дослідження. Результати бакалаврської кваліфікаційної роботи можуть бути використані:

- адміністрацією університетів для вдосконалення механізмів моніторингу освітніх траєкторій;
- кафедрами й викладачами для підвищення ефективності навчального процесу;
- студентами для кращого розуміння власного академічного прогресу та побудови індивідуальної стратегії навчання.

Структура роботи. Бакалаврська кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел.

У першому розділі розглянуто теоретичні основи поняття освітніх траєкторій, їх класифікацію та роль в освітньому процесі.

У другому розділі проаналізовано наявні методи оцінки освітніх траєкторій та досліджено фактори, що впливають на академічну успішність студентів, а також представлено візуальний аналіз освітньої активності та успішності.

У третьому розділі здійснено практичну оцінку результатів навчання на основі аналізу даних, а також запропоновано рекомендації щодо удосконалення освітньої політики університету.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ОСВІТНІХ ТРАЄКТОРІЙ СТУДЕНТІВ

1.1 Поняття, класифікація та особливості освітніх траєкторій

Освітня траєкторія – це персональний курс самореалізації потенціалу здобувача освіти, що формується з урахуванням його можливостей, інтересів, потреб, мотивації, здібностей та досвіду, базується на виборі здобувачем освіти видів, форм та темпу здобуття освіти, суб'єктів освітньої діяльності та їх освітніх програм, навчальних предметів і рівня їх складності, методик і засобів навчання.

Освітня траєкторія – це концепт, що відображає сутнісний напрям здобувача освіти в освітньому просторі. Її існування – не уявне, а реальне.

Для різноманітних умов організації освітнього процесу передбачені різні сценарії визначення траєкторії. Так, для традиційного підходу педагог шукає єдину траєкторію досягнення здобувачами результатів відповідно до стандарту, для диференційованого підходу педагоги пропонують декілька траєкторій для групових здобувачів з оптимальними можливостями, за індивідуального – запроваджують розроблену для кожного здобувача освіти траєкторію, що є найбільш сприятливою для його освітнього розвитку з точки зору педагога. [1]

Освітні траєкторії можна класифікувати за декількома параметрами, серед яких:

За рівнем формалізації:

- Стандартні траєкторії — передбачають проходження типової навчальної програми без значних змін. Такі траєкторії зазвичай чітко визначені навчальними планами, які обов'язкові для всіх студентів певної спеціальності.
- Індивідуальні траєкторії — особистий шлях реалізації особистісного потенціалу здобувача освіти, що формується з урахуванням його здібностей, інтересів, потреб, мотивації, можливостей та досвіду. [2]

За ступенем участі студента:

- Обов'язкові траєкторії — передбачають обов'язкові дисципліни та вимоги, що є частиною основного навчального плану.
- Вільні траєкторії — дозволяють студентам самостійно вибирати навчальні предмети та позаакадемічні заходи.

Результати просування освітньою траєкторією можливо оцінити, орієнтуючись на створений студентами продукт, здобуті знання, які реалізуються в ході стандартних чи творчих ситуацій, відзначаючи формування розумових, комунікативних, пізнавальних та інших умінь. [3]

До додаткових методичних компонентів структури індивідуальної освітньої траєкторії належать альтернативні форми та методи оволодіння матеріалом, альтернативні методи контролю, альтернативний зміст навчання, альтернативний час та швидкість оволодіння матеріалом та сформованість потрібних компетенцій до належного рівня.[25]

Отже, вибір освітньої траєкторії в період навчання у виші – це спільні дії викладача та здобувача вищої освіти, направлені на розвиток у здобувача навичок самостійної навчальної діяльності, постановку адекватних освітніх цілей та відповідних задач, вибір методик, форм, засобів та змісту навчання, рефлексію, самооцінку особистих досягнень, ініціативу та відповідальність за ухвалення рішень та вирішення поставлених задач.[4]

Особливості освітніх траєкторій

Сучасні освітні траєкторії характеризуються великою гнучкістю та адаптивністю до потреб студентів. Розвиток інформаційних технологій та інтеграція нових методів навчання відкривають можливості для персоналізації освітніх процесів, дозволяючи студентам обирати траєкторії відповідно до їх особистих цілей.[34]

Цифрові платформи, які надають доступ до ресурсів, курсів, вебінарів та інших навчальних матеріалів у різних галузях, відіграють особливу роль у формуванні індивідуальних навчальних траєкторій. Це значно розширює можливості студентів розробляти власну навчальну програму та пристосовувати її до своїх інтересів, кар'єрних потреб і вимог ринку праці.

Таким чином, освітні траєкторії студентів є багатограним і динамічним аспектом освітнього процесу, що вимагає персоналізованого підходу, спрямованого на максимізацію їхнього академічного та професійного розвитку. [5]

1.2 Теоретико-методологічні підходи до дослідження освітніх траєкторій

У сучасній освітній науці поняття «освітня траєкторія» розглядається як індивідуалізований шлях учня, що складається з низки виборів, рішень і дій, здійснених за низкою освітніх компонентів, з метою досягнення певного освітнього результату. Враховуючи міждисциплінарний характер дослідження освітньої траєкторії, при її вивченні використовуються різноманітні теорії та методи, що базуються на принципах педагогіки, психології, соціології, освітнього менеджменту та аналізу освітніх даних.

Теоретичні підходи

1. Особистісно-орієнтований підхід підкреслює унікальність кожного учня, його навчальних потреб, здібностей, мотивації та стилів навчання. За такого підходу освітня траєкторія розглядається як засіб реалізації потенціалу учня через вибір індивідуальної траєкторії навчання [13,12].
2. Компетентнісний підхід фокусується на розвитку ключових компетентностей, необхідних для майбутнього професійного та особистісного розвитку. У цьому контексті траєкторія навчання слугує інструментом для набуття набору компетентностей протягом певного періоду часу та за допомогою адаптивних стратегій навчання. [15].
3. Системний підхід дозволяє розглядати освітню траєкторію як складну динамічну систему, що передбачає взаємодію різних елементів: навчальних дисциплін, викладачів, освітнього середовища, зовнішніх чинників (зміни в політиці, соціальний статус студента тощо). Це дозволяє аналізувати траєкторії не лише з точки зору індивідуального вибору, а й у контексті загальної структури та функціонування системи освіти. [13].

4. Діяльнісний та рефлексивний підходи фокусуються на активній участі учнів у формуванні власної навчальної траєкторії, що включає визначення навчальних цілей, самостійне планування та оцінювання результатів. Це сприяє розвитку навичок саморегуляції та відповідальності за власне навчання. [14;12].

Методологічні засади

З методологічного погляду, дослідження освітніх траєкторій здійснюється за допомогою якісних та кількісних методів:

- Якісні методи включають інтерв'ю, опитування, спостереження та аналіз учнівських портфоліо. Ці методи дозволяють вивчати мотиваційні, когнітивні та соціальні аспекти побудови траєкторій (18).
- Кількісні методи включають статистичний аналіз, факторне та регресійне моделювання, кластерний аналіз та машинне навчання. Особливе значення має Learning Analytics, яка спирається на збір, обробку та інтерпретацію великих обсягів навчальної інформації з метою прийняття обґрунтованих рішень щодо освітнього процесу. [15].

Крім того, дослідження освітніх траєкторій використовують технології предиктивної аналітики для прогнозування майбутніх освітніх траєкторій учнів, ризиків академічної неуспішності та можливостей своєчасного педагогічного втручання на основі історичних даних про навчальні досягнення, активність, відвідуваність та інші показники. [14].

Практичне застосування

На практиці індивідуальні навчальні траєкторії реалізуються через:

- індивідуальні навчальні плани, які враховують особисті інтереси та потреби учня
- педагогічного супроводу, який передбачає підтримку та керівництво з боку викладачів та наставників.
- використання інформаційно-комунікаційних технологій, які сприяють гнучкості та доступності освітнього процесу.

- механізми саморегуляції та самовдосконалення, які заохочують студентів до активної участі у формуванні своєї освітньої траєкторії.

Таким чином, поєднання різних теоретико-методологічних підходів забезпечує комплексний аналіз освітніх траєкторій студентів, що є основою для вдосконалення освітнього середовища, індивідуалізації навчального процесу та підвищення якості вищої освіти загалом. У цьому контексті особливого значення набуває діджиталізація освітнього процесу, яка створює нові можливості для гнучких, адаптивних та персоналізованих траєкторій навчання. Цифрові технології стають потужним інструментом для індивідуалізації навчальних траєкторій, що буде розглянуто в наступному підрозділі.

1.3 Цифровізація освіти та її роль у формуванні навчальних маршрутів

Цифровізація освітнього процесу зумовлена необхідністю широкого впровадження інноваційних технологій, новими вимогами до фахівців, особливо в частині ключових компетенцій, а також появою нового цифрового покоління (з особливими соціально-психологічними характеристиками)[25].

Завдяки добре організованому цифровому середовищу освіта стала доступнішою та зручнішою, що має вирішальне значення для скорочення часових, фінансових та людських витрат. А для сучасної молоді це ще й звична площина, з усіма умовами для розвитку, реалізації кожної індивідуальності та легкого впровадження інновацій.

Важливими є не лише самі інформаційні технології, а й їх правильний підбір, поєднання та управління для створення ефективної роботи.

Переваги цифрової трансформації в освіті очевидні. Зокрема, це створення сприятливого середовища для:

- розширення навичок самонавчання, визначення найбільш корисної інформації для особистого розвитку
- розвиток особистісної стійкості, здатності швидко реагувати на непередбачувані та швидкі зміни обставин
- для самонавчання та особистісного розвитку;

- залучення різноманітної аудиторії (персоналізований контент), сприяння співпраці та інтеграції;

- для розробки індивідуальної траєкторії навчання;

Цифровізація запроваджує кардинально інший формат навчального середовища, в центрі якого - цифрові інструменти, що забезпечують зручні та легкодоступні сервіси і платформи для підвищення конкурентоспроможності, більш продуктивної комунікації між усіма учасниками освітнього процесу, підвищення його відкритості, збільшення цінності інтелектуальної власності та розвитку цифрових навичок. [18]

Цифрова платформа - це віртуальна платформа, інформаційно-комунікаційне середовище, що забезпечує академічний контент, виробничу діяльність, комунікацію та взаємодію між учасниками, оцінювання, а також програмно-технічний засіб, який дозволяє всім учасникам отримати доступ до цифрового навчального середовища з будь-якої точки світу в будь-який час та уможливорює дистанційне навчання. Цифрова платформа складається з трьох основних компонентів: спільнота (користувачі платформи), дані (які слугують основою для взаємодії учасників) та інфраструктура (яка включає послуги, інструменти та функціональні можливості платформи). Безперечно, ключовими факторами, що визначають ефективність платформи, є високошвидкісний інтернет, цифрові навички користувачів та цифрова готовність освітян до впровадження інноваційних технологій навчання. [19]

Відмінною рисою цифрової платформи як інструменту оцифрування освіти є притаманна їй здатність залучати велику кількість учасників одночасно, що створює економію на масштабах при оцифруванні освіти. Виходячи з цього, можна визначити основні відмінності між цифровою платформою для освіти та традиційними методами навчання:

- Традиційні методи навчання зосереджені на організації навчального процесу в класі, тоді як цифрові платформи надають можливість організувати інтерактивну взаємодію між викладачем і студентом, студентом і викладачем, студентом і студентом;

- Цінність традиційних методів навчання полягає в навчальній діяльності в аудиторії, особливо в процесі безпосереднього спілкування (результат живого спілкування цінується сам по собі), тоді як цінність цифрової платформи визначається кількістю учасників, що підвищує цінність платформи (необхідність створення мережевого ефекту);
- Цифрова платформа зосереджена на підтримці своєї активності.
- У традиційних підходах ролі «вчителя та учня» чітко визначені. Під час навчання на цифрових платформах ці ролі можуть змінюватися. Наприклад, викладачі та студенти можуть працювати разом над документами одночасно або, якщо це можливо, у зручний для них час.[19]

Цифрову платформу як явище технологічного прогресу визначають на основі наступних характеристик:

- алгоритмічна впорядкованість взаємодії між користувачами платформи;
- взаємна вигода як основний принцип стосунків між учасниками платформи;
- важливість кількості людей, залучених до використання платформи (масштабність);
- існування єдиного цифрового середовища онлайн, де відбувається взаємодія користувачів, разом з відповідною інформаційно-технологічною інфраструктурою;

Україна інтенсивно розвиває свою інформаційно-телекомунікаційну інфраструктуру відповідно до європейських та світових стандартів. Навчальні заклади беруть на себе відповідальність за забезпечення безперервного доступу до цифрових платформ для всіх учнів, організовуючи курси з кібербезпеки та академічної доброчесності для підвищення обізнаності. Цифрові платформи неухильно набирають популярності, оскільки відкривають нові можливості для навчання для всіх учасників освітнього процесу. [19]

Цифрова трансформація в освіті - це багатогранний виклик, який передбачає побудову інтегрованої системи цифрових інструментів та сервісів. Ключовими аспектами є створення безпечного цифрового навчального

середовища, забезпечення навчальних закладів необхідною цифровою інфраструктурою, розвиток цифрової грамотності та підтримка процесів цифрової модернізації. [32]

Виклики сьогодення стали передумовою діджиталізації освіти в Україні. В умовах пандемії коронавірусу та повномасштабного вторгнення в Україну впровадження цифрових платформ для оптимізації онлайн-навчання набуло особливої актуальності. Спочатку була коронавірусна криза, коли вимоги ізоляції змусили освітній процес перейти на дистанційне навчання, а потім - російське вторгнення, яке спричинило психологічний стрес і знизило мотивацію. Рівень навчання учнів змінився в умовах війни, повітряних попереджень, відсутності технічного та енергетичного забезпечення. Відсутність чіткої інформації про навчальний процес організації, а також брак енергетичних і технологічних ресурсів ускладнювали процес навчання для учасників. Через ці фактори навчальний процес організовано у трьох форматах: онлайн, офлайн та гібридному. Це одразу виявляє освітні та фінансові виклики, пов'язані, зокрема, з недостатнім покриттям (для дистанційного навчання), відсутністю електронних підручників певних авторів, браком навчально-методичних та інформаційних ресурсів, а також відсутністю навчальних закладів, які мають можливість використовувати цифрові технології, зокрема платформи для онлайн-навчання. Лише швидке реагування на виклики сьогодення та активна інтеграція цифрових платформ у навчальний процес українських закладів освіти дозволить усім учасникам поступово адаптуватися до онлайн-навчання. [19]

Так, навчальний процес у Харківському державному економічному університеті ім. С. Кузнеця та Відокремленому підрозділі «Харківський торговельно-економічний коледж ХНЕУ ім. С. Кузнеця» здійснюється з використанням цифрових платформ, які об'єднують різні сервіси та навчальні матеріали. Наприклад, у ХНЕУ ім. С. Кузнеця є сайт персональних навчальних систем, а в коледжі - портал навчальних ресурсів з дистанційними курсами. Вони організували інтегроване цифрове навчальне середовище, яке дозволяє

проводити очне, змішане та дистанційне навчання, забезпечуючи постійний зв'язок між усіма учасниками навчального процесу. [20]

Подібні підходи впроваджуються й у Національному університеті біоресурсів і природокористування України. Наприклад, на факультеті інформаційних технологій активно застосовують навчальний портал Elearn НУБіП України (<https://elearn.nubip.edu.ua>), що дає студентам доступ до електронних курсів, навчальних ресурсів, системи оцінювання знань та зворотного зв'язку з викладачами. Ця платформа відіграє ключову роль у підтримці індивідуальних траєкторій навчання, сприянні самостійній роботі студентів, розвитку цифрової грамотності та навичок навчання впродовж життя.[28]

Створення цифрових навчальних просторів не лише збагачує навчальний процес, але й відіграє вирішальну роль у формуванні персональних навчальних траєкторій, дозволяючи студентам визначати темп, формат і зміст свого навчання, враховуючи власні цілі та потреби. [21,22] Цифрове освітнє середовище навчальних закладів будується на основі інтеграції цифрових платформ, які забезпечують інтенсивний обмін інформацією та інтерактивну взаємодію. Ядром цього середовища є цифрові освітні ресурси-додатки, програмне забезпечення, вебсайти, що підтримують навчальну діяльність, комунікацію та сприяють досягненню освітніх цілей здобувачів.

Освітні заклади вдаються до чотирьох ключових категорій ресурсів: засоби для роботи з академічним контентом, інструменти продуктивної діяльності, комунікаційні рішення та механізми оцінювання. Цифрові платформи пропонують функціонал для розміщення та доступу до навчальних матеріалів, організації віддаленої взаємодії, перевірки знань, надання зворотного зв'язку та контролю за успішністю навчання.[35]

Ключовою частиною цифрового навчального простору є інтерактивні дистанційні курси, які містять навчальні матеріали, розроблені з використанням ресурсів та інтерактивних компонентів. Наприклад, Moodle LMS та інші взаємопов'язані цифрові платформи для продуктивної роботи: Google, Microsoft

365, LearningApps, WordArt, VistaCreate. Комунікаційні інструменти: Zoom, Google Meet, відкриті платформи для неформальної освіти. Курси включають компоненти навчально-методичного комплексу дисципліни та елементи LMS Moodle, які дозволяють студентам керувати процесом навчання та створювати персональну траєкторію навчання. [19]

Запропоновані курси надають студентам доступ до навчальних матеріалів для вивчення предмета в будь-який час і з будь-якого пристрою, підключеного до Інтернету. Крім того, студенти можуть зустрічатися, консультуватися та обговорювати навчальні матеріали онлайн через платформу Zoom. Ці курси відкривають нові горизонти: вони дозволяють не тільки переглядати необхідні навчальні матеріали онлайн у зручний для вас час, але й виконувати інтерактивні вправи, проходити тести, оцінювати свій рівень знань з даної дисципліни та читати додаткові матеріали, які точно відповідають темам курсу. Моніторинг знань забезпечує миттєвий зворотній зв'язок. [19]

Таким чином, цифровізація освіти означає інтеграцію новітніх інформаційно-комунікаційних інструментів, зокрема цифрових платформ, в освітній процес, що особливо важливо в контексті дистанційного навчання. Вона спрямована на розвиток комуникативних навичок молоді, формування у них здатності аналізувати достовірність інформації, застосовувати критичне мислення та активно використовувати мультимедійні ресурси для підвищення ефективності навчання. [32] Однак в умовах воєнного стану в Україні цифрові інструменти набули ще більшого значення, оскільки дозволили зберегти безперервність освітнього процесу та підтримати індивідуальні навчальні траєкторії здобувачів вищої освіти, про що йтиметься нижче.

1.4 Освітні траєкторії навчання здобувачів вищої освіти в умовах режиму воєнного стану в Україні

У сучасному світі діагностика проблем якості вищої освіти набуває першочергового значення. Якість вищої освіти стала барометром розвитку країни, а отже, має значний вплив на рівень економічного, соціального та

культурного розвитку. На сьогоднішній день соціологічні дослідження студентів є ефективним інструментом вивчення проблем організації навчального процесу. Метою таких досліджень є задоволення потреб і вирішення проблем, які можуть виникати у студентів вищих навчальних закладів, з метою підвищення якості освіти. Соціологічні дослідження в багатьох державних університетах є основою для діалогу між студентами, викладачами та адміністрацією, що сприяє вдосконаленню навчального процесу та прийняттю соціально відповідальних управлінських рішень.

Останніми роками Україна опинилася у складній ситуації через запровадження воєнного стану та тимчасову окупацію деяких регіонів. Це призвело до кардинальних змін у всіх сферах життя, в тому числі й у вищій освіті. Більшість студентів та викладачів були змушені змінити свої плани та адаптуватися до нових умов навчання. Умови воєнного стану призвели до кардинальних змін в освітніх процесах та організації викладання, що також може вплинути на освітні траєкторії здобувачів вищої освіти. Важливо зазначити, що, з одного боку, воєнний стан може затримати реалізацію курсів і програм, що може мати негативний вплив на здобуття студентами відповідних кваліфікацій. З іншого боку, це може змусити студентів шукати нові шляхи здобуття знань і навичок, тим самим стимулюючи їх розвиток і професійне зростання.

З метою визначення впливу режиму воєнного стану на освітні траєкторії здобувачів вищої освіти з 2 по 8 серпня 2023 року Інститутом соціології КНУ імені Вадима Гатмана було проведено дослідження (Таблиця 1.1). Вивчати ідеї та думки студентів щодо нових умов навчання, виявляти проблеми в організації навчального процесу та розробляти шляхи їх вирішення. Респонденти: 174 здобувачі вищої освіти – студенти старших курсів різних академічних груп, які

репрезентують настрої студентства щодо продовження навчання в умовах правової системи воєнного стану в Україні.[10]

Таблиця 1.1

Розподіл відповідей респондентів на питання: «Яку кількість студентів вашої групи влаштовують наступні формати організації навчання?» (у%)

	усіх	більшість	50 на 50	меншість	жодного	Не володію такою
Очний формат навчання	0,6	2,3	6,3	25,3	61,5	4,0
Змішаний формат навчання (лекції – онлайн, семінари – частина офлайн, частина онлайн – як під час карантину)	-	3,4	12,6	42,0	40,2	1,7
Змішаний формат навчання як під час карантину, але з можливістю гнучкого графіку для тих студентів, хто не має змоги відвідувати заняття	2,9	9,2	21,3	28,7	35,1	2,9
Дистанційний формат навчання (всі заняття онлайн, з можливістю гнучкого графіку для тих студентів, хто не має змоги відвідувати заняття - як під час навчання воєнного стану у минулому семестрі)	62,1	27,0	6,9	1,7	1,7	0,6

Представлені дані чітко відображають майбутні освітні траєкторії студентів, які продовжили навчання в період воєнного стану в Україні. Більше половини респондентів (62,1%) зазначили, що єдиним варіантом, який може задовольнити знання студентської групи, є дистанційний формат навчання, який дозволяє гнучко організувати навчальний час. Ймовірно, це пов'язано не тільки

з тим, що дистанційні формати навчання стали надзвичайно поширеними в умовах карантинних обмежень, а й тому, що це дає можливість забезпечити безпечні умови навчання.[11]

Ця тенденція може мати значний вплив на характер освітніх послуг, що надаватимуться навчальними закладами в майбутньому. Можуть змінитися не лише форми навчання, а й кваліфікаційні вимоги до викладачів та їхньої здатності використовувати сучасні технології дистанційного навчання. Отримані результати не лише визначили специфіку освіти в умовах воєнного стану, але й дозволили академічному відомству прийняти відповідні адміністративні рішення та задовольнити запити суспільних груп.

У нинішніх умовах методи оцінювання потребують адаптації, щоб відобразити нові виклики для студентів та інституцій. Практичні дослідження університетських курсів дозволяють не лише краще зрозуміти вплив цих обставин на навчання, але й підібрати відповідні методи оцінювання, які враховують індивідуальну ситуацію студентів. [11]

Наступний розділ зосереджений на практичних аспектах використання методів для оцінки навчального процесу, таких як вибір методів, моделювання та прогнози успіху та аналіз фактичних навчальних курсів у студентів у вибраному університеті.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ТА ВІЗУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ОСВІТНІХ ТРАЄКТОРІЙ

У сучасній системі вищої освіти використання цифрових даних для аналізу освітніх процесів набуває все більшого значення. Освітня траєкторія студента формується під впливом низки факторів як організаційного, так і особистісного характеру. Її вивчення дозволяє не лише оцінити рівень академічних досягнень, а й виявити моделі поведінки, які сприяють досягненню освітніх цілей. У цьому розділі розглядаються методи, що використовуються в дослідженнях освітніх траєкторій, і наводиться приклад візуалізації даних, зібраних на факультеті інформаційних технологій Національного університету біоресурсів і природокористування України.

2.1 Аналіз існуючих методів оцінки освітніх траєкторій студентів

Оцінка освітніх траєкторій студентів є ключовим елементом сучасної освітньої аналітики. Вона передбачає аналіз індивідуальних шляхів навчання, дослідження факторів, що впливають на успішність, та прогнозування подальших результатів. Для цього використовуються різні підходи, особливо навчання інтелектуальному аналізу даних із застосуванням етапів машинного навчання.

Сучасні способи аналізу освітніх шляхів дозволяють не тільки прогнозувати навчальні результати. Вони також допомагають покращити освітні стратегії, персоналізувати навчальний процес і виявити ризики, коли хтось може відставати або залишити навчання. У цій частині розглядаються основні способи вивчення освітніх шляхів, зосереджуючись більше на математичних моделях і алгоритмах машинного навчання.[10]

1) Лінійна регресія

Лінійна регресія залишається одним із найосновніших і широко використовуваних підходів до прогнозного аналізу. Модель застосовується для

визначення та моделювання зв'язку, що існує між парою змінних або навіть більше. Лінійна регресія розглядає дві групи змінних:

- Незалежна змінна (предиктор, X) – змінна, що впливає на інші показники та змінюється самостійно.
- Залежна змінна (цільова змінна, Y) – змінна, значення якої прогнозується на основі незалежних змінних.

Модель визначає оптимальну лінійну функцію, що описує цей зв'язок (формула (2.1))

(2.1)

$$y(x) = w_0 + w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n$$

де y – прогнозований показник;

x_1, x_2, \dots, x_n – незалежні змінні (фактори);

w_0, w_1, \dots, w_n – коефіцієнти моделі, що налаштовуються під час навчання.

Лінійна регресія застосовується для прогнозування академічної успішності студентів, аналізу впливу відвідуваності, активності та інших чинників на їх результати.[10]

1) Логістична регресія

Логістична регресія (або логіт-регресія) – це статистичний метод, що використовується для моделювання залежності між незалежними змінними та ймовірністю певного результату. Вона найчастіше застосовується для бінарної класифікації, коли залежна змінна може приймати лише два значення, наприклад, «склав іспит» або «не склав іспит», «завершив навчання» або «відрахований».

На відміну від лінійної регресії, яка передбачає необмежене значення залежної змінної, логістична регресія використовує сигмоїдну (логістичну) функцію ((2.2)), що обмежує вихідне значення в діапазоні $[0,1]$:

(2.2)

$$P(x) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_nx_n)}}$$

де $P(X)$ – ймовірність того, що результат дорівнює 1 (наприклад, студент складе іспит),

β_0 – константа моделі,

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ – коефіцієнти регресії, що показують вплив відповідних факторів,

x_1, x_2, \dots, x_n – незалежні змінні, що характеризують студента (наприклад, середній бал, відвідуваність занять, кількість годин самостійної роботи).

Використання логістичної регресії в аналізі освітньої траєкторії

Іншим популярним застосуванням в освітній аналітиці є логістична регресія, яка оцінює ймовірність того, що особа досягне конкретних результатів. Найпоширенішим прикладом є прогнозування успішності студента на основі попередніх результатів. Наприклад, модель може оцінити ймовірність того, що студент закінчить курс або складе іспит, враховуючи інформацію про участь у заняттях, результати тестів, відвідування та домашнє завдання.[8]

Цей метод дозволяє ідентифікувати студентів, які мають велику ймовірність зіткнутися з академічною невдачею. Наприклад, якщо модель вказує на те, що студент має низьку ймовірність успішного завершення курсу, це може служити сигналом для викладачів і адміністраторів, що заходи підтримки повинні бути поширені на студента. Така підтримка може включати консультаційні послуги, позакласні заходи або програми наставництва. Логістичну регресію також можна застосувати для вивчення того, як різні фактори впливають на академічну успішність. Наприклад, можна оцінити, наскільки регулярна відвідуваність лекцій підвищує ймовірність успішного складання іспиту. Це дозволяє виявляти найбільш значущі чинники, які впливають на академічну успішність, та розробляти ефективні стратегії навчання.

Таким чином, логістична регресія є потужним інструментом для оцінки освітніх траєкторій студентів, що дозволяє не лише прогнозувати їхні майбутні

результати, але й вчасно реагувати на можливі ризики та підвищувати загальний рівень успішності.

2) Дерева рішень

Дерева рішень — це техніка моделювання, за допомогою якої приймаються рішення та класифікуються об'єкти на основі їхніх атрибутів. Техніка базується на розгалуженій структурі, за якої вузли представляють атрибут, гілки є правилами прийняття рішень і залишають конкретні результати.

Правило дерева рішень дається як логічна конструкція у форматі «якщо : то :», на якій базується робота з класифікації студентів за деякими критеріями успіху. Ця методологія може бути застосована для роботи як з дискретними, так і з неперервними змінними, і тому вона є універсальною в галузі освітньої аналітики.[4]

Розглянемо приклад класифікаційного дерева, яке намагається з'ясувати, чи є у студента високі шанси успішно завершити навчання. Це типова проблема класифікації, і метод дерева рішень дозволить вам знайти ефективні варіанти її вирішення. Внутрішні вузли дерева можуть мати такі атрибути, як середній бал за попередні семестри, рівень відвідування, форма навчання (бюджет/контракт) та активність на заняттях. Ці атрибути називають прогнозуючими або атрибутами розщеплення.

Кінцеві вузли дерева (листя) є мітками класів залежної змінної, наприклад «висока ймовірність успішного завершення» або «ризик академічної неуспішності». Гілки, що виходять із внутрішнього вузла, позначаються предикатом розщеплення. Предикат розбиття стосується лише одного атрибута, і він повинен відповідати атрибуту(ам) розбиття вузла в дереві. Важливою особливістю цього підходу є те, що кожен студент потрапляє рівно в один кінцевий вузол дерева, і тому ми можемо однозначно визначити його прогнозований результат.[8]

Наприклад, якщо критерієм поділу є «Який середній бал студента?», то предикати поділу можуть бути «вище 80» і «нижче 80». Відповідно, в першому

випадку прогноз може свідчити про високі шанси на успішне завершення навчання, а в другому – про необхідність додаткової уваги до студента.

Оскільки для вирішення даної задачі можна побудувати різні дерева рішень з різною точністю прогнозування, якість отриманого дерева значною мірою залежить від правильного вибору критерію розщеплення. Саме тому дослідники активно працюють над розробкою й удосконаленням цих критеріїв, що робить метод дерев рішень ефективним інструментом у сфері освітньої аналітики.

Попри те, що метод дерев рішень часто вважається простим підходом, він має значні переваги: інтерпретованість, наочність і можливість автоматичного виявлення ключових факторів, які впливають на успішність студентів. Завдяки цим характеристикам дерева рішень є одним із найпоширеніших інструментів аналізу освітніх траєкторій.

3) К-найближчі сусіди (KNN)

К-найближчі сусіди (KNN) — один з найпростіших, але водночас ефективних алгоритмів машинного навчання. Він інтуїтивно зрозумілий, легко освоюваний і надзвичайно потужний для вирішення різноманітних завдань.

Як працює KNN?

1. Зберігання даних: KNN зберігає весь навчальний набір даних.
2. Обчислення відстані: Для заданої точки тестування KNN обчислює відстань до всіх точок навчального набору. Найпоширеніші метрики відстані включають:
 - Евклідова відстань (за замовчуванням для неперервних змінних)
 - Манхеттенська відстань (підходить для даних високої розмірності)
 - Відстань Геммінга (використовується для категоріальних змінних).
3. Пошук найближчих сусідів: Визначити k найближчих точок даних до тестової точки.[4]

Застосування KNN у класифікації студентів

Метод KNN є простим та ефективним для класифікації студентів на основі схожих характеристик, таких як середній бал, рівень відвідуваності, форма

навчання (бюджет/контракт) та інші фактори. Класифікація відбувається на основі порівняння з найближчими сусідами в навчальному наборі. Це дозволяє робити прогнози про успішність студента на основі схожості з іншими студентами, що мають подібні характеристики.[6]

Наприклад, якщо студент має схожі характеристики з іншими студентами, які успішно завершили навчання, алгоритм може передбачити, що й цей студент має високі шанси на успіх. У випадку, коли найближчі сусіди мають низький рівень успішності, прогноз може вказувати на ризик академічної неуспішності.

4) Наївний Байєсівський класифікатор (Naïve Bayes)

Наївний байєсівський класифікатор — це потужний алгоритм машинного навчання, який намагається класифікувати елемент в один або кілька класів на основі ймовірностей. Ймовірності обчислюються за допомогою теореми Байєса, що дозволяє обчислити ймовірність того, що елемент належить до певного класу, враховуючи умовні ймовірності ознак. Цей метод припускає, що всі функції незалежні одна від одної, і тому спрощує обчислення, дозволяючи швидко робити прогнози навіть для великих наборів даних.[7]

Як працює наївний байєсівський класифікатор?

Етапи процесу використання наївного байєсівського класифікатора:

1. Попередня обробка даних: це перший етап процесу. Він включає очищення даних від нерелевантної інформації, обробку відсутніх значень, нормалізацію та перетворення функцій у відповідний формат.
2. Навчання моделі: Наївний байєсівський класифікатор тренується на заданих вхідних характеристиках шляхом обчислення ймовірностей класу, використовуючи теорему Байєса. Для кожного класу визначається умовна ймовірність кожної ознаки, що зустрічається в даних.
3. Припущення незалежності ознак: наївний класифікатор припускає, що всі ознаки є незалежними одна від одної, що є ключовим для спрощення обчислень. Хоча це припущення може бути не зовсім

точним у реальних даних, на практиці алгоритм показує хороші результати, навіть якщо воно порушується.

4. Прогнозування: після навчання модель готова до використання для прогнозування нових екземплярів. Коли вводяться нові дані, Наївний Байєсівський класифікатор обчислює ймовірності для кожного класу і призначає клас з найвищою ймовірністю (формула (2.3))

Алгоритм:

(2.3)

$$P(C_k | X) = \frac{P(X | C_k)P(C_k)}{P(X)}$$

де $P(C_k|X)$ — ймовірність належності об'єкта до класу C_k на основі ознак X .

Теорема Байєса використовується для визначення ймовірності гіпотези з умовними ймовірностями, що залежать від попередніх знань. Ця теорема названа на честь Томаса Байєса. Наївний класифікатор Байєса працює за принципом умовної ймовірності, визначеним теоремою Байєса.[7]

Застосування Байєсівського класифікатора в оцінці освітніх траєкторій.

Застосування байєсівських класифікаторів для оцінки освітніх траєкторій.

Наївний байєсівський класифікатор можна застосувати для класифікації студентів на основі їх ймовірності успішного завершення курсу або ризику академічної неуспішності. Він використовує освітні дані, такі як середній бал, відвідуваність, активність на заняттях та інші атрибути. Ми використовуємо його тут, щоб класифікувати студентів на тих, хто має високі та низькі шанси на успіх.[9]

Наївний байєсівський класифікатор виконує оцінку академічних шляхів, класифікуючи студентів за ймовірністю успішного завершення курсу на основі їх середнього балу, відвідуваності та іншої відповідної інформації. Це дозволяє передбачити ймовірність завершення курсу або ризик академічної неуспішності.

Цей метод також допомагає виявити фактори, які призводять до поганих академічних результатів - низька відвідуваність або низька активність на заняттях. Байєсівський класифікатор дає змогу оперативно виявити проблеми і розробити рекомендації щодо покращення навчального процесу для студентів, що мають підвищений ризик неуспішного завершення курсу.[9]

2.2 Дані дослідження та особливості їх збору

Для реалізації практичного етапу дослідження було зібрано вибірку даних студентів факультету інформаційних технологій Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України). Джерелом інформації виступили внутрішні звіти університету та електронні навчальні реєстри, що відображають навчальну активність студентів у цифровому освітньому середовищі.

Загалом, до вибірки увійшли такі ключові характеристики:

- **ІД студента** — персоніфікований запис (після обробки дані були знеособлені);
- **Назва дисципліни** — предмет, в межах якого здійснювалося навчання;
- **Дата та час** — інформація про відвідування занять;
- **Відмітка присутності (present/absent)** — дозволяє аналізувати рівень участі студента в навчальному процесі;
- **Стать студента** — додатковий соціальний параметр, який може впливати на освітні траєкторії;
- **Форма фінансування** — бюджет або контракт (після кодування: 0 — бюджет, 1 — контракт);
- **Курс навчання** — актуальний рівень студента в межах освітньої програми;
- **Конкурсний бал при вступі** — значення, з яким студент зарахований до ЗВО;
- **Кількість входів на курс** — цифрова активність у межах дистанційного курсу (кількість авторизованих входів);

- **Підсумковий бал з дисципліни** — результат навчання, який розглядається як основний індикатор успішності;

Дані представлені в табличній формі і придатні для первинної статистичної обробки, візуалізації та подальшого моделювання. Це дозволяє створювати графіки, діаграми та логічні схеми, які чітко показують освітні траєкторії учнів.

Зібрані дані охоплюють різні курси, семестри та групи учнів, що дозволяє виявити як загальні тенденції, так і індивідуальні відмінності між різними категоріями студентів.

Для забезпечення точності та узгодженості даних було здійснено перевірку наявності пропусків та помилок.

Після збору даних було проведено їх обробку, що включає:

- Перевірка на пропуски та аномалії. Датасет був перевірений на відсутність пропущених значень. У разі виявлення пропусків використовувався метод заміни значень середнім.
- Кодування категоріальних змінних. Для зручності аналізу змінна «Форма фінансування» була представлена в бінарному вигляді (0 — бюджет, 1 — контракт). Аналогічно було закодовано змінну «Стать»: 0 — чоловіча, 1 — жіноча. Такий підхід дозволив застосовувати математико-статистичні методи до нечислових характеристик студентів.

2.3 Візуальний аналіз освітньої активності

Після первинного очищення та структурування даних було здійснено візуалізацію ключових параметрів навчання студентів, що допомогло виявити ряд особливостей у їхній навчальній діяльності. Візуалізація дозволяє побачити не лише рівень академічної успішності, а й ступінь цифрової залученості студентів у навчальний процес.

Задля кращого розуміння структури та логіки побудови процесу взаємодії учасників освітнього процесу в умовах дистанційного навчання було створено діаграму (Рисунок 2.1).

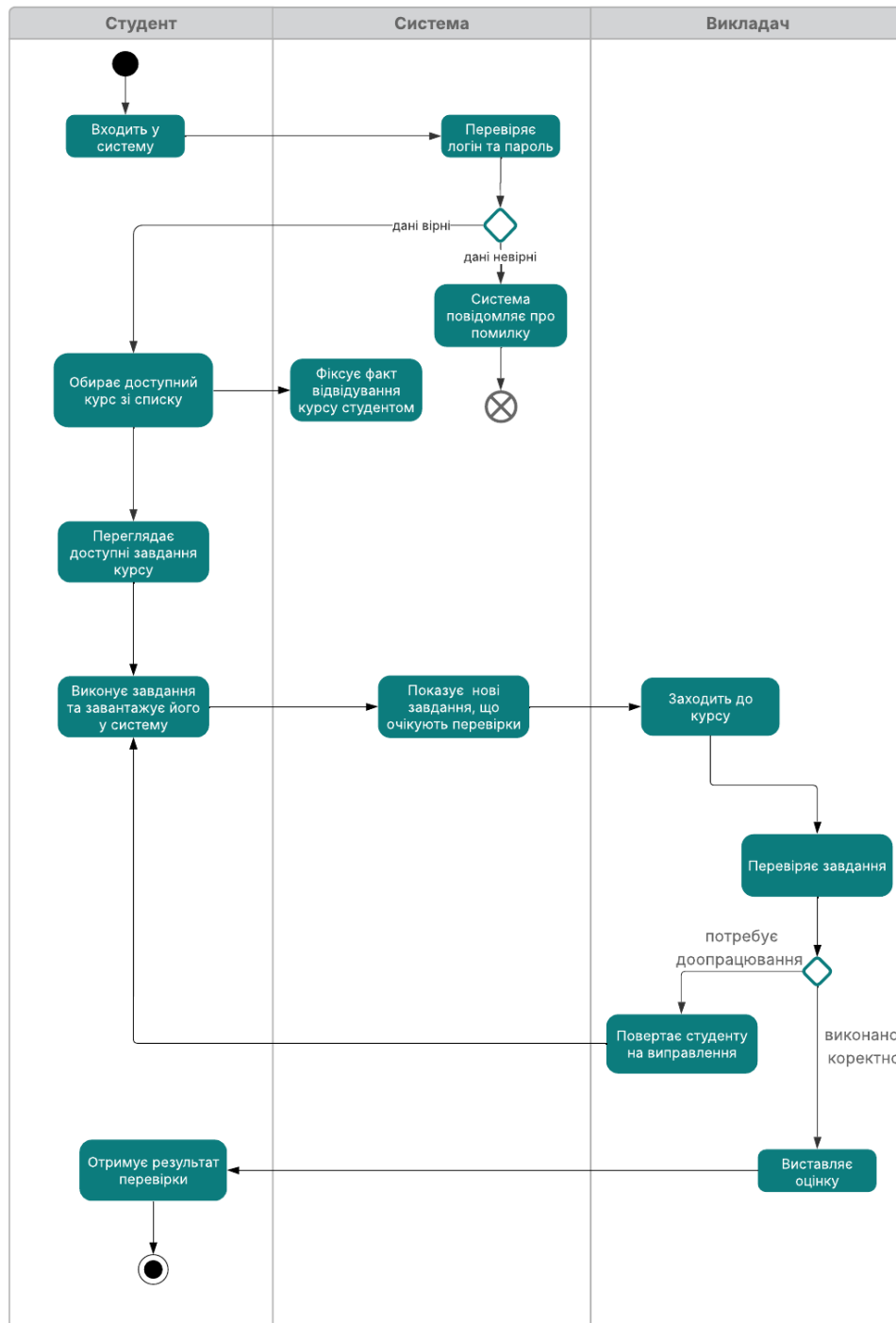


Рисунок 2.1 Діаграма діяльності учасників освітнього процесу в системі Elearn НУБіП України

Дана схема наочно демонструє основні етапи роботи студента з системою, а також взаємодію з викладачем через інформаційну платформу. Візуалізація процесу дає змогу ясно окреслити послідовність кроків, розподіл функцій між учасниками, і також основні моменти контролю за виконанням поставлених задач.

Така модель забезпечує ефективну організацію навчального процесу, швидкий зворотній зв'язок та контроль результатів навчання.

Надалі, з метою наочного представлення й аналізу отриманих даних, буде розглянуто візуалізацію ключових індикаторів успішності та поведінки студентів. Для побудови графічних зображень та аналізу даних було використано мову програмування Python, де за допомогою відповідного коду було реалізовано візуалізацію результатів дослідження. Приклад одного з використаних кодів наведено на Рисунок 2.2.Рисунок 2.1

```
[ ] # Налаштування стилю графіка
    sns.set(style="whitegrid")

    # Створення гистограми розподілу підсумкових балів
    plt.figure(figsize=(10, 6))
    sns.histplot(df['Бали студента'], bins=20, kde=True, color='skyblue', edgecolor='black')

    # Назви осей та заголовок
    plt.title('Розподіл підсумкових балів студентів', fontsize=16)
    plt.xlabel('Підсумкові бали')
    plt.ylabel('Кількість студентів')

    # Виведення графіка
    plt.tight_layout()
    plt.show()
```

Рисунок 2.2 Фрагмент коду на Python, використаного для побудови графіка

На Рисунок 2.3 розглянуто розподіл підсумкових балів студентів. Ця візуалізація є ключовою для ідентифікації типових діапазонів оцінок.

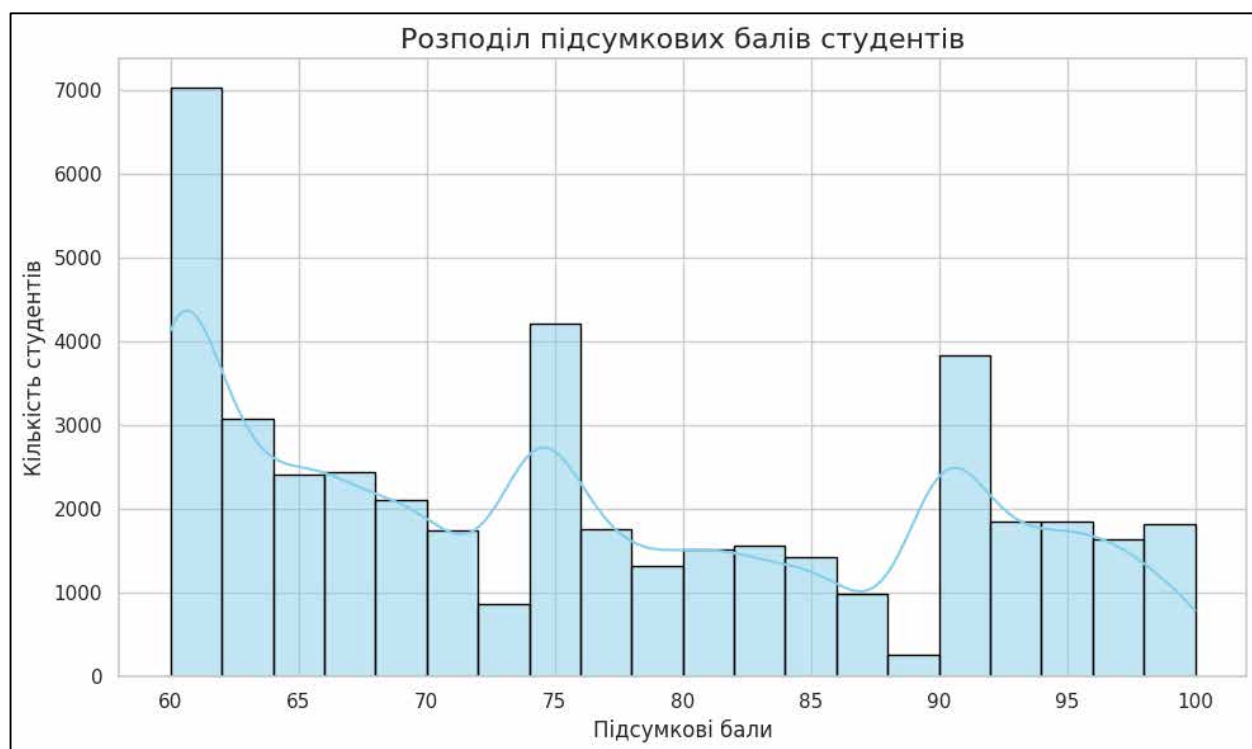


Рисунок 2.3 Розподіл підсумкових балів

На графіку видно, що більшість студентів отримали 60-63 бали, тобто «задовільно». Менша частка учнів отримала оцінку «добре» (74-89 балів), а найменша - «відмінно» (90+ балів). Це свідчить про те, що серед студентів переважає низький та середній рівень навчальних досягнень.

Наступний графік (Рисунок 2.4) ілюструє розподіл кількості студентів за типом фінансування.



Рисунок 2.4 Розподіл кількості студентів за типом фінансування

З діаграми видно, що більшість студентів навчається за контрактною формою фінансування.

Для з'ясування, наскільки вступні показники можуть бути прогностичними для майбутньої успішності, було побудовано діаграму розсіювання (Рисунок 2.5) для дослідження зв'язку між конкурсним балом (КБ) та підсумковим балом.



Рисунок 2.5 Залежність між конкурсним балом і підсумковою оцінкою

Попередній огляд показує, що студенти з вищим конкурсним балом частіше демонструють вищі підсумкові результати, але студенти з однаковими конкурсними балами можуть мати як високі, так і низькі підсумкові оцінки. Це свідчить, що конкурсний бал — не єдиний фактор, що впливає на успішність.

Середній бал студентів по курсах відображено на Рисунок 2.6

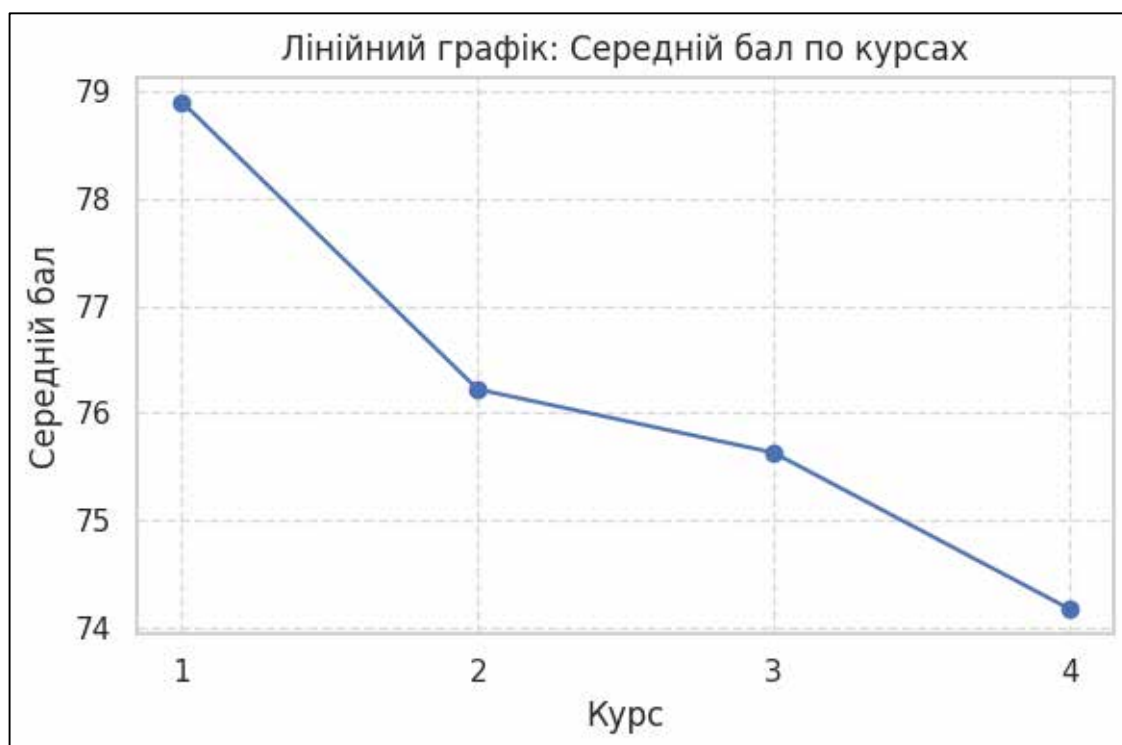


Рисунок 2.6 Середній бал по курсах

Цей графік ілюструє динаміку середнього балу студентів залежно від курсу навчання (з 1-го по 4-й курс). Спостерігається чітка тенденція до зниження середнього балу студентів з кожним наступним курсом. Якщо на першому курсі середній бал становить близько 79, то до четвертого курсу він поступово знижується до приблизно 74.

Враховуючи, що успішність може залежати від специфіки предмета, наступним кроком є аналіз середніх балів за кожною дисципліною. На Рисунок 2.7 показано динаміку середніх балів, що дозволяє оцінити вплив предметної

області на академічні результати.

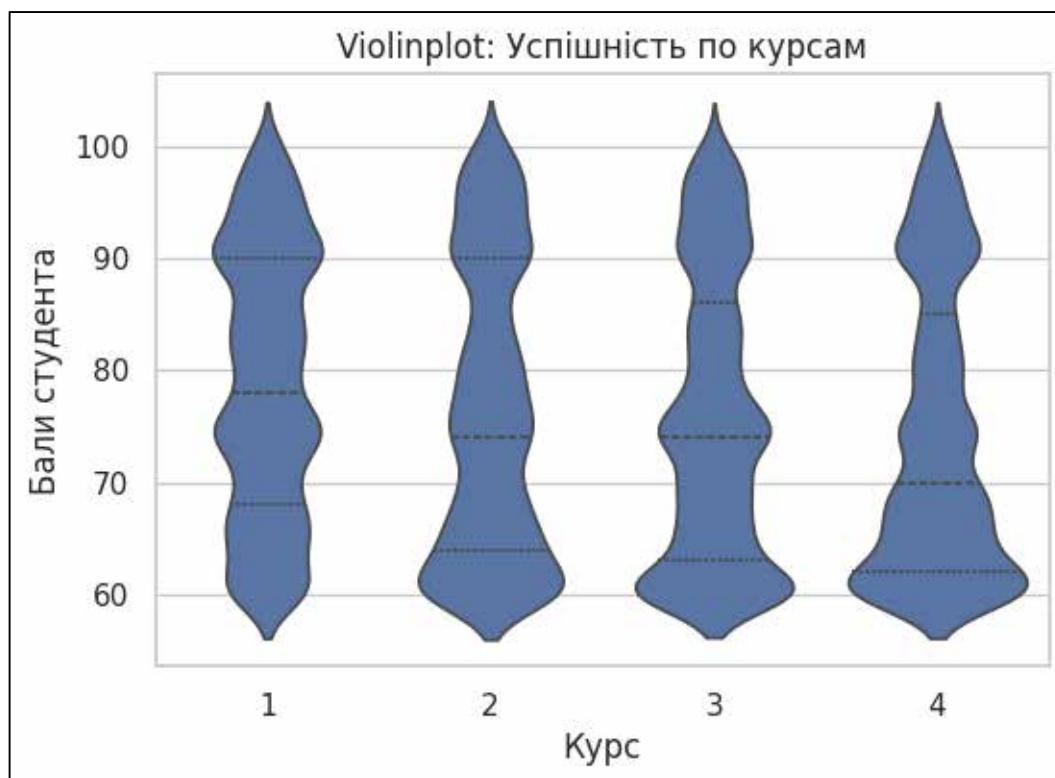


Рисунок 2.7 Violinplot: Успішність по курсам

Цей графік відображає розподіл балів студентів за кожним курсом навчання (з 1-го по 4-й) за допомогою скрипкових діаграм, де ширина "скрипки" вказує на щільність розподілу балів.

На першому році навчання розподіл результатів є широким, зі значною щільністю як у середньому (70-80), так і у верхньому (90-100) діапазоні. Однак у міру просування студентів (на 2, 3 і 4 курсах) розподіл балів значно змінюється в бік нижчих значень. Щільність балів у діапазоні 60-70 збільшується, тоді як щільність балів у верхньому (понад 85-90) діапазоні стає меншою. Це свідчить про загальну тенденцію до зниження академічної успішності на старших курсах, не лише з точки зору зниження середнього балу, а й з точки зору структурних змін у всьому розподілі балів, коли студенти більше концентруються в нижніх діапазонах балів.

Оскільки відвідуваність є важливим фактором, що може впливати на успішність, далі буде розглянуто розподіл студентів за їхнім рівнем

відвідуваності, представлений на Рисунок 2.8. Це допоможе оцінити загальну активність студентів.



Рисунок 2.8 Розподіл студентів за рівнем відвідуваності

Кругова діаграма показала, що найбільше студентів має високу відвідуваність — 47.2%, низьку відвідуваність демонструють 29.3% студентів, 23.4% мають середню відвідуваність.

На Рисунок 2.9 представлено лінійний графік, що ілюструє зв'язок між кількістю відвідувань (лекцій, практичних занять) та підсумковими балами

студента.



Рисунок 2.9 Зв'язок між кількістю відвідувань та балами студента

Цей скатер-плот відображає взаємозв'язок між "Кількістю відвідувань" (ймовірно, лекцій, практичних занять або віртуальних ресурсів курсу) та "Балами студента". Червона лінія представляє лінію тренду, а рожева затінена є довірчим інтервалом для цієї тенденції.

Графік демонструє чітку позитивну лінійну залежність між кількістю відвідувань та балами студента. Лінія тренду спрямована вгору, що вказує: чим більша кількість відвідувань, тим вищий, в середньому, бал студента. Це підкреслює важливість активної участі та відвідування для успішності навчання. Однак розкид точок навколо лінії тренду показує, що, хоча тенденція є позитивною, є студенти з високою відвідуваністю, але посередніми оцінками, і навпаки.

Для глибшого розуміння різноманіття студентських профілів, на Рисунок 2.10 відображено сегментацію студентів за поведінкою, зокрема, за показниками

балів та кількості входів на курс.

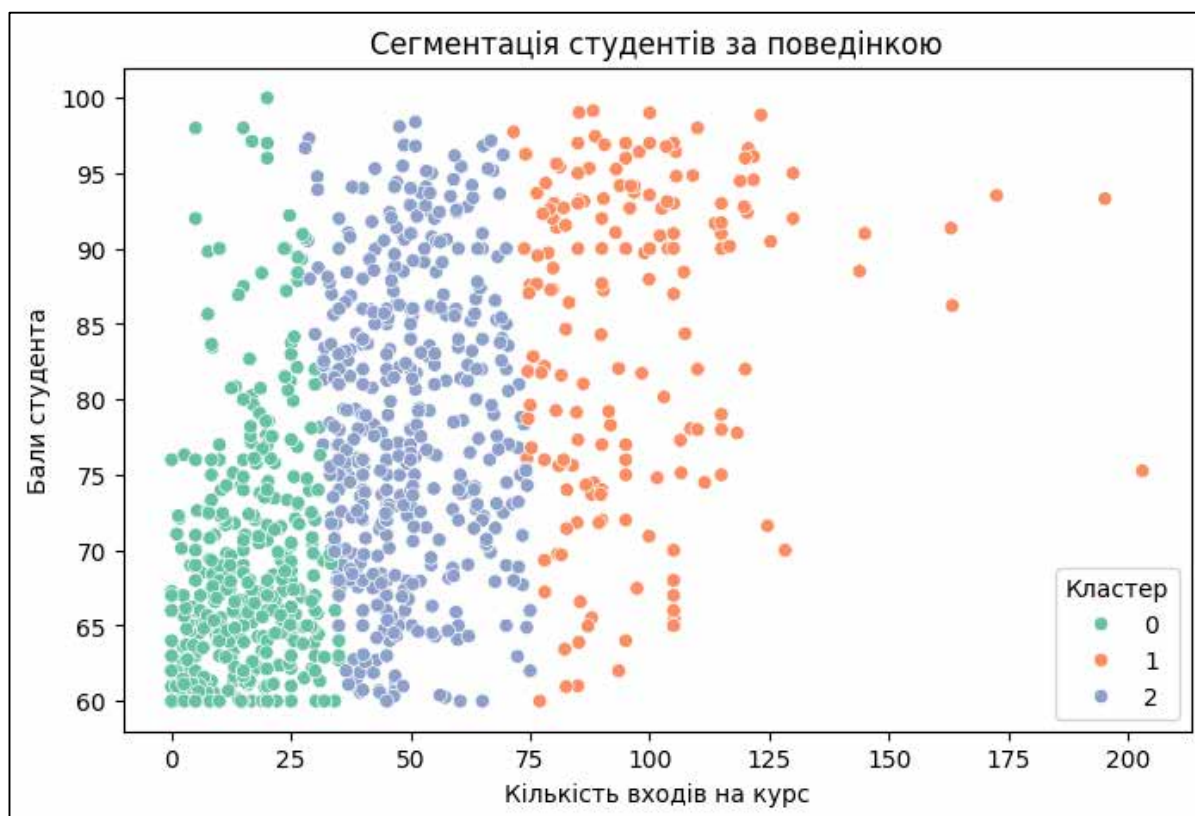


Рисунок 2.10 Сегментація студентів за поведінкою

Цей діаграма розсіювання візуалізує сегментацію студентів на три кластери (0, 1, 2) на основі їхніх "Балів студента" та "Кількості входів на курс".

Кластер 0 (зелений) переважно характеризується низькою кількістю входів на курс (близько 0-25) і широким діапазоном студентських балів (від 60 до 95+). Це може бути група студентів, які досягають різної успішності за мінімальної віртуальної активності.

Кластер 1 (помаранчевий) відрізняється великою кількістю входів на курс (від 70-80 до 200+) і широким діапазоном балів (від 65 до 100). Це група дуже активних студентів, успішність яких також сильно варіюється.

Кластер 2 (синій) займає середнє місце місце за кількістю входів на курс (близько 25-80) і також демонструє широкий спектр балів студента (від 65 до 95+).

Ця сегментація візуально розрізняє різні профілі учасників відповідно до їхньої поведінки (рівня залучення до курсу) та відповідних академічних результатів, показуючи, що різні рівні активності не завжди однозначно

корелюють з конкретним рівнем балів.

Наступним є дослідження розподілу активності (за кількістю входів у систему) з урахуванням статі. На Рисунок 2.11 показано цей розподіл, що дозволяє виявити потенційні гендерні диспропорції у використанні навчальних платформ.

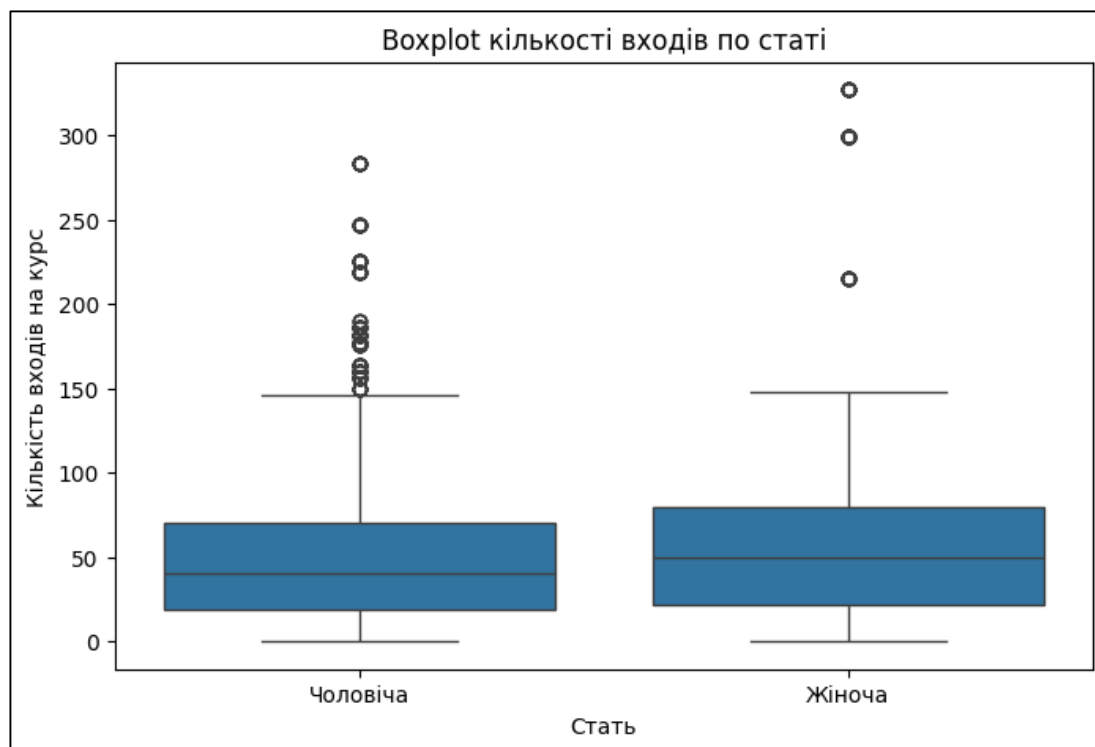


Рисунок 2.11 Розподіл активності студентів за кількістю входів у систему за статтю

Boxplot кількості входів за статтю показує:

Медіана входів у студенток дещо вища, що свідчить про трохи більшу середню цифрову активність жінок.

Діапазони входів подібні, але серед жінок більше викидів — окремі студентки входили значно частіше.

Загалом активність обох груп схожа, але жінки мають вищу середню активність і більше надзвичайно активних користувачів.

Перед проведенням детального кореляційного аналізу, для попередньої візуальної оцінки зв'язків між кількісними змінними успішності, на Рисунок 2.12 побудовано матрицю розсіювання (Pairplot), що ілюструє розподіли та парні взаємозв'язки між "Балами студента", "Конкурсним балом при вступі (КБ при

вступі)" та "Кількістю входів на курс".

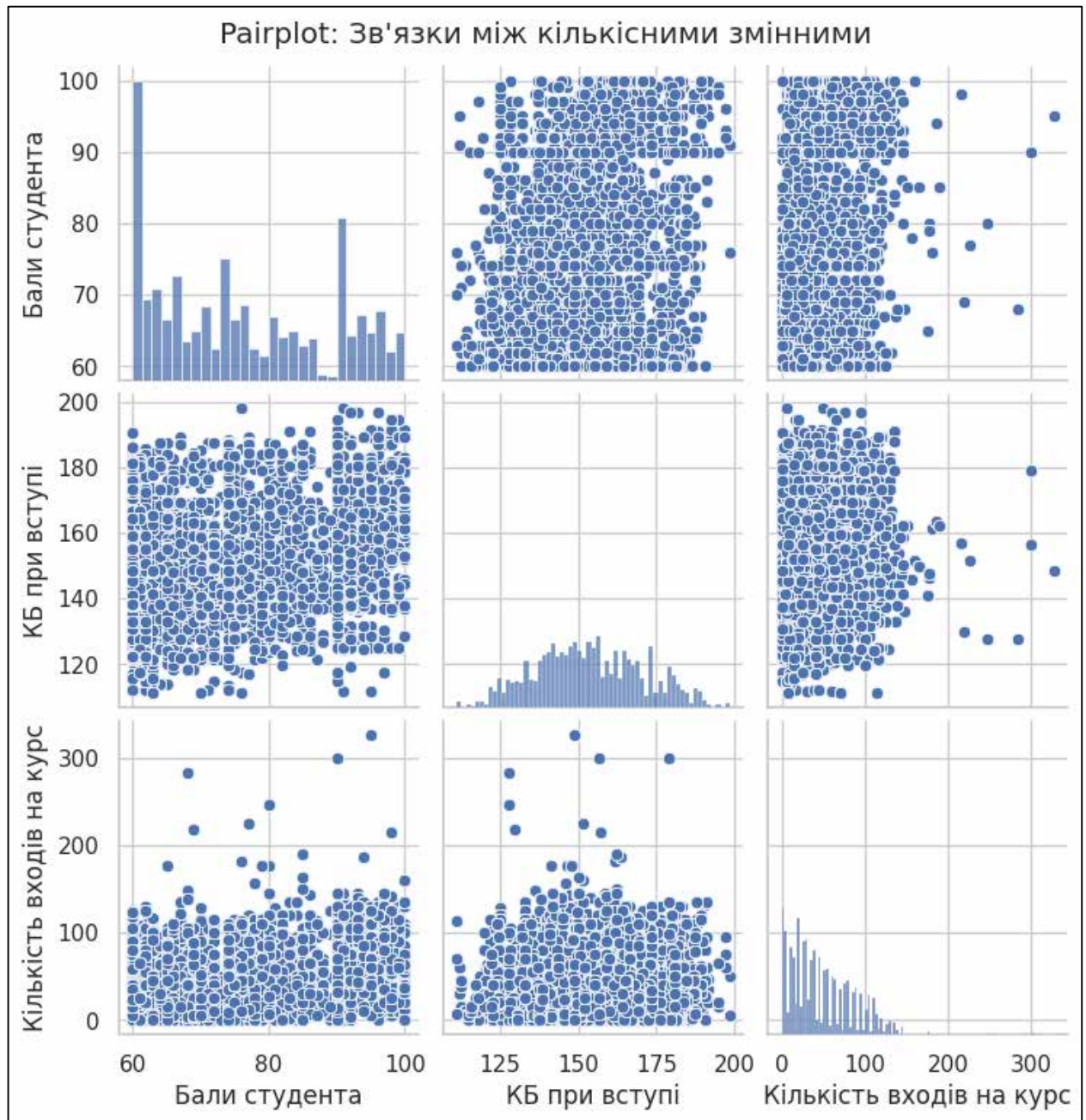


Рисунок 2.12 Матриця розсіювання (Pairplot) зв'язків між кількісними змінними успішності

Аналіз розподілів показав, що бали студента мають кілька піків, КБ при вступі – майже нормальний розподіл (пік 150-160), а кількість входів на курс – сильно скошений вправо з переважанням низьких значень (0-20).

При дослідженні парних взаємозв'язків сильних лінійних кореляцій не виявлено. Високий КБ при вступі не гарантує високі бали студента. Аналогічно, кількість входів на курс не має чіткого лінійного зв'язку з балами,

а КБ при вступі не сильно впливає на кількість входів. Це свідчить, що ці три змінні недостатні для повного пояснення успішності чи залуженості студентів.

На додаток до візуальних спостережень, отриманих з матриці розсіювання (Pairplot), кількісне підтвердження лінійних взаємозв'язків надає Heatmap кореляційної матриці, представлений на Рисунок 2.13.



Рисунок 2.13 Heatmap: Кореляція між змінними

Цей графік відображає лінійні взаємозв'язки між трьома кількісними змінними: "Бали студента", "КБ при вступі" та "Кількість входів на курс". Значення в клітинках матриці є коефіцієнтами кореляції Пірсона, що варіюються від -1 (сильна негативна кореляція) до +1 (сильна позитивна кореляція), причому 0 означає відсутність лінійного зв'язку.

"Бали студента" та "Кількість входів на курс": Коефіцієнт кореляції дорівнює 0.42. Це демонструє середній позитивний лінійний взаємозв'язок. Іншими словами, спостерігається тенденція: студенти, які частіше взаємодіють з

курсом, як правило, мають кращі оцінки. Втім, цей зв'язок не є дуже вираженим, вказуючи на вплив інших змінних.

"Бали студента" та "Конкурсний бал при вступі": Коефіцієнт кореляції складає 0.24. Це свідчить про незначний позитивний лінійний зв'язок. Незважаючи на присутність позитивної залежності, вступний бал має досить низьку здатність лінійно передбачати успішність студента надалі.

"КБ при вступі" та "Кількість входів на курс": Кореляція 0.08. Це свідчить про дуже слабкий, ледь помітний лінійний взаємозв'язок. Конкурсний бал при вступі майже не корелює лінійно з кількістю взаємодій студента з курсом.

Загалом, heatmap підтверджує: найсильніший лінійний зв'язок (хоча й не надто значний) спостерігається між балами студента та частотою входів на курс.

Всі ці графічні представлення закладають фундамент для наступного етапу моделювання. Розділ 3 присвячений кількісному вивченню взаємодії освітніх показників, використовуючи статистичні інструменти.

РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЮВАННЯ ОСВІТНІХ ТРАЄКТОРІЙ: ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ

Як показали результати візуального аналізу, наведені в попередньому розділі, було необхідно провести ретельний кількісний аналіз даних про освіту. Це дозволяє виявити закономірності та взаємозв'язки, які не одразу очевидні при розгляді лише графіків чи діаграм, а також описати загальні тенденції.

Регресійний, кластерний аналіз та кореляція були трьома основними статистичними методами, обраними для аналізу даних. Серед даних, використаних у дослідженні, були персоналізовані записи студентів (знеособлені після обробки), назви дисциплін, дати та час відвідування, позначки відвідуваності (present/absent), стать студента, тип фінансування (бюджет чи контракт), курс навчання, конкурсний бал при вступі, кількість входів на дистанційний курс навчання та кінцевий бал з дисципліни як ключовий показник успіху.

Існування та сила лінійних зв'язків між змінними, зокрема між конкурсним балом, джерелом фінансування, цифровою активністю та кінцевою академічною успішністю, були продемонстровані за допомогою кореляційного аналізу. Це проклало шлях для визначення того, які елементи суттєво впливають на академічну успішність студентів. За допомогою регресійного аналізу була розроблена модель, яка прогнозує кінцеву академічну успішність студента на основі кількох факторів одночасно, зокрема, конкурсного балу, типу фінансування, кількості входів на курси та статі. Групуючи студентів за спільною академічною успішністю, цифровою активністю, статусом фінансування та іншими атрибутами, кластерний аналіз сприяв виявленню типових освітніх траєкторій та моделей поведінки під час навчального процесу.

3.1 Моделювання успішності навчання на основі освітніх траєкторій студентів

Для проведення регресійного аналізу із використанням багатофакторної

Побудуємо кореляційну матрицю, щоб встановити міру взаємозв'язку між змінними. Дані наведено в Таблиця 3.2

Таблиця 3.2

Кореляційна матриця

	<i>Стать</i>	<i>Джерело фінансування</i>	<i>КБ при вступі</i>	<i>Кількість входів на курс</i>	<i>Бали студента</i>
Стать	1				
Джерело фінансування	0,068253	1			
КБ при вступі	0,119743	-0,567698124	1		
Кількість входів на курс	0,073592	-0,107342992	0,103279	1	
Бали студента	0,21538	-0,252690386	0,233815	0,357614	1

Аналіз кореляційної таблиці виявив значний зв'язок між показниками «Джерело фінансування» та «Конкурсний бал при вступі», для яких зафіксовано середню негативну кореляцію (-0,568). Це може свідчити про те, що студенти з вищими вступними балами частіше отримують навчання за рахунок державного бюджету, тоді як нижчі бали характерні для студентів, які навчаються на контрактній основі. Негативна кореляція між «Джерелом фінансування» та «Балом студента» (-0,253) вказує на тенденцію до вищих навчальних результатів серед студентів-бюджетників. Однак сила цього зв'язку є невисокою, що ускладнює формулювання однозначних висновків щодо причинно-наслідкових залежностей. Позитивна кореляція між «Кількістю входів на курс» та «Балом студента» (0,358) свідчить про зв'язок між цифровою активністю та успішністю: студенти, які частіше взаємодіють з навчальною платформою, зазвичай мають вищі результати. Щодо зв'язку між статтю студента та успішністю (0,215), то він є слабким, і хоча може вказувати на певні відмінності у результатах залежно від статі, такий зв'язок не має вирішального характеру.

Наступним етапом побудуємо регресійну модель за даними таблиці 2.1 з використанням «Пакету аналізу» MS Excel (Таблиця 3.3)

Таблиця 3.3

Результати регресійного аналізу для звичайної лінійної регресійної моделі

<i>Регресійна статистика</i>						
Множинний R	0,459784343					
R-квадрат	0,211401642					
Нормований R-квадрат	0,210265333					
Стандартна помилка	10,90085838					
Спостереження	2781					
<i>Дисперсійний аналіз</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимість F</i>	
Регресія	4	88428,72113	22107,18028	186,04241	2,018E-141	
Залишок	2776	329868,5086	118,8287135			
Всього	2780	418297,2298				
	<i>Коефіцієнти</i>	<i>Стандартна помилка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значення</i>	<i>Нижні 95%</i>	<i>Верхні 95%</i>
Y-перетин	62,61444685	2,438859192	25,67366212	1,3E-130	57,83228561	67,396608
X1	5,581224524	0,557603255	10,00931123	3,413E-23	4,487865514	6,6745835
X2	-3,848840303	0,51258311	-7,508714647	7,999E-14	-4,85392296	-2,8437576
X3	0,066838242	0,014791984	4,518544688	6,487E-06	0,037833839	0,0958426
X4	0,108619433	0,005792297	18,75239467	5,708E-74	0,097261788	0,1199771

Отримана регресійна модель має вигляд:

$$y = 62,614 + 5,581 x_1 + 3,848 x_2 + 0,066 x_3 + 0,108 x_4,$$

де x_1 -стать, x_2 - джерело фінансування, x_3 - КБ при вступі, x_4 - кількість входів на курс.

Аналіз регресійної моделі виявив, що коефіцієнт детермінації (R^2) становить лише 0,211. Це означає, що модель пояснює лише 21,1% варіації успішності студентів. Таким чином, більша частина варіації підсумкового балу (приблизно 79%) залишається неврахованою. Отже, модель має низьку пояснювальну здатність і не може вважатися ефективною для прогнозування академічної успішності.

Хоча F-статистика є високою (186,04) і статистично значущою ($p < 0,0001$), це свідчить лише про наявність загального зв'язку між предикторами та залежною змінною, але не вказує на силу цього зв'язку. У даному випадку сила

зв'язку виявляється слабкою. Аналіз окремих коефіцієнтів показує, що, незважаючи на статистичну значущість р-значень усіх чотирьох предикторів, їх практичний вплив є незначним, і не дозволяє зробити однозначні висновки щодо їх вирішальної ролі у формуванні успішності студентів.

Стать (X1): $\beta = 5,58$, $p < 0,0001$. Хоча жінки, згідно з моделлю, демонструють дещо вищі результати, цей ефект може бути зумовлений непрямими або латентними факторами, які не були враховані в аналізі.

Джерело фінансування (X2): $\beta = -3,85$, $p < 0,0001$. Негативний зв'язок з навчанням на контракті може свідчити про соціально-економічні чинники, які потребують більш детального дослідження.

Конкурсний бал при вступі (X3): $\beta = 0,067$, $p < 0,00001$. Хоча спостерігається позитивна залежність, її прогностична сила є досить обмеженою.

Кількість входів на курс (X4): $\beta = 0,109$, $p < 0,00001$. Незважаючи на те, що цей коефіцієнт має найбільше значення, його вплив залишається обмеженим.

Отже, жоден із цих предикторів не забезпечує значного покращення точності прогнозу. Це свідчить про те, що отримані результати не підтверджують, що модель адекватно та повно описує закономірності успішності студентів. Ймовірно, існують інші, більш важливі чинники, які не були враховані в моделі, такі як мотивація до навчання, якість викладання, рівень підтримки з боку викладачів, соціально-економічні умови, відвідуваність занять тощо.

Таким чином, існуюча модель має обмежену практичну цінність, і для створення більш надійної та інформативної моделі доцільно врахувати ширший спектр змінних, що впливають на навчальні досягнення студентів.

Окрім аналітичних розрахунків в Excel для моделювання успішності студентів, було проведено додаткове дослідження за допомогою дашборду Power BI, який є ефективним методом візуалізації та інтерактивного аналізу даних.[33] Це дозволило наочно відобразити дані про відвідуваність та академічні результати студентів. В аналізі була обрана одна з груп комп'ютерних наук, як і в розрахунках в Excel.

Файл у Power BI надає детальний аналіз відвідуваності студентів

університету НУБіП за кількома параметрами. Розглянемо основні показники та їх потенційне використання для оцінки освітніх траєкторій:

1) Таблиця відвідуваності студентів за дисциплінами

		Назад до звіту				
Група	Дисципліна	Студент	22 серпня 2024 р.	23 серпня 2024 р.	29 серпня 2024 р.	30 серпня 2024 р.
КН-210036	Економіка та бізнес (ФІТ)	Ануа О.		Присутній		Присутній
		Бігун Р.		Присутній		Присутній
		Дрозд І.		Відсутній		Відсутній
		Карпенко К.		Відсутній		Відсутній
		Кикоть Ю.		Присутній		Присутній
		Косогор О.		Відсутній		Присутній
		Мирошниченко Д.		Відсутній		Відсутній
		Олійник О.		Присутній		Присутній
		Черненко П.		Присутній		Присутній
	Шикита В.		Відсутній		Присутній	
	Кросплатформне програмування (Python)	Ануа О.	Присутній	Присутній	Присутній	Присутній
		Бігун Р.	Присутній	Присутній	Присутній	Присутній
		Карпенко К.	Присутній		Присутній	
		Кикоть Ю.	Присутній	Присутній	Присутній	Присутній
		Косогор О.	Присутній	Присутній	Присутній	Відсутній
Черненко П.			Присутній		Відсутній	
Проектування інформаційних систем (КН)	Ануа О.	Присутній	Присутній		Присутній	
	Бігун Р.	Присутній	Присутній		Присутній	
	Дрозд І.		Присутній			
	Кикоть Ю.	Присутній	Присутній		Присутній	
	Косогор О.	Присутній			Присутній	
	Олійник О.		Присутній		Присутній	
	Черненко П.				Присутній	
	Шикита В.				Поважі	

Рисунок 3.1 Відвідуваність студентів за дисциплінами

Вказані дані про кожного студента, зокрема його прізвище та ім'я, дисципліна, відмітки про присутність або відсутність на конкретних заняттях. Наприклад, студент Шикита В. має позначки як "присутній" чи "відсутній" за кожне заняття. Цей рівень деталізації дозволяє аналізувати, чи є відвідуваність систематичною або залежить від специфіки дисципліни чи дати заняття.

2) Графік "Динаміка присутніх"

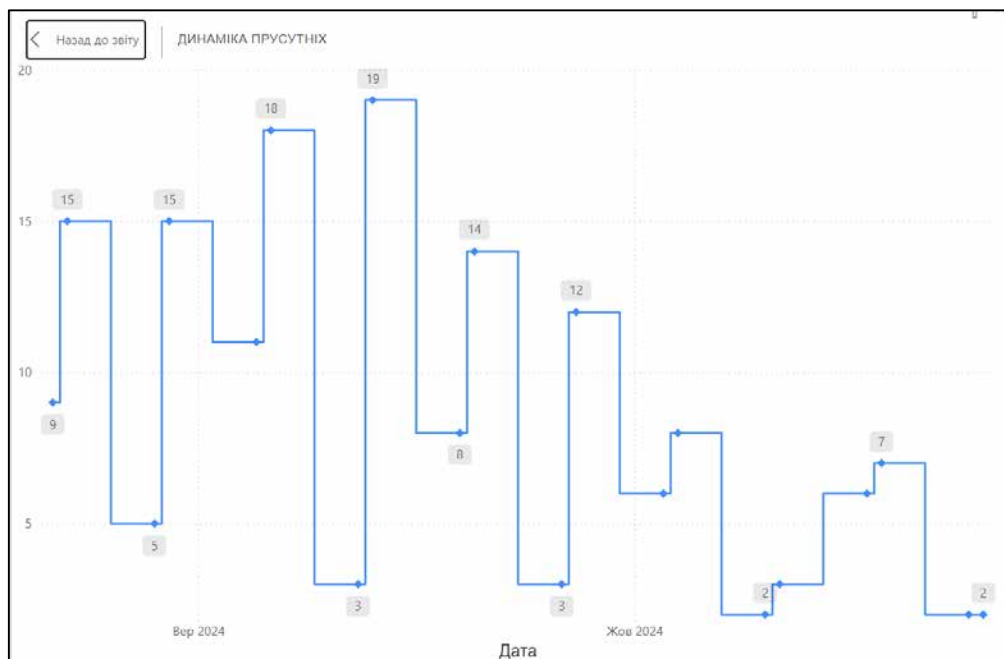


Рисунок 3.2 Графік "Динаміка присутніх"

Цей графік ілюструє коливання кількості присутніх студентів на заняттях упродовж семестру. Дослідивши динаміку присутності студентів, було виявлено, що найвищий рівень відвідуваності спостерігається на початку навчального процесу, коли студентам притаманні підвищена мотивація та інтерес до нових дисциплін. Однак з часом, протягом семестру, кількість присутніх на заняттях стабільно знижується, що може свідчити про зниження зацікавленості або вплив інших факторів, таких як накопичення навчальних навантажень, стрес від наближення сесії або особисті обставини студентів.

3) Секторна діаграма "Присутність студентів на дисциплінах"

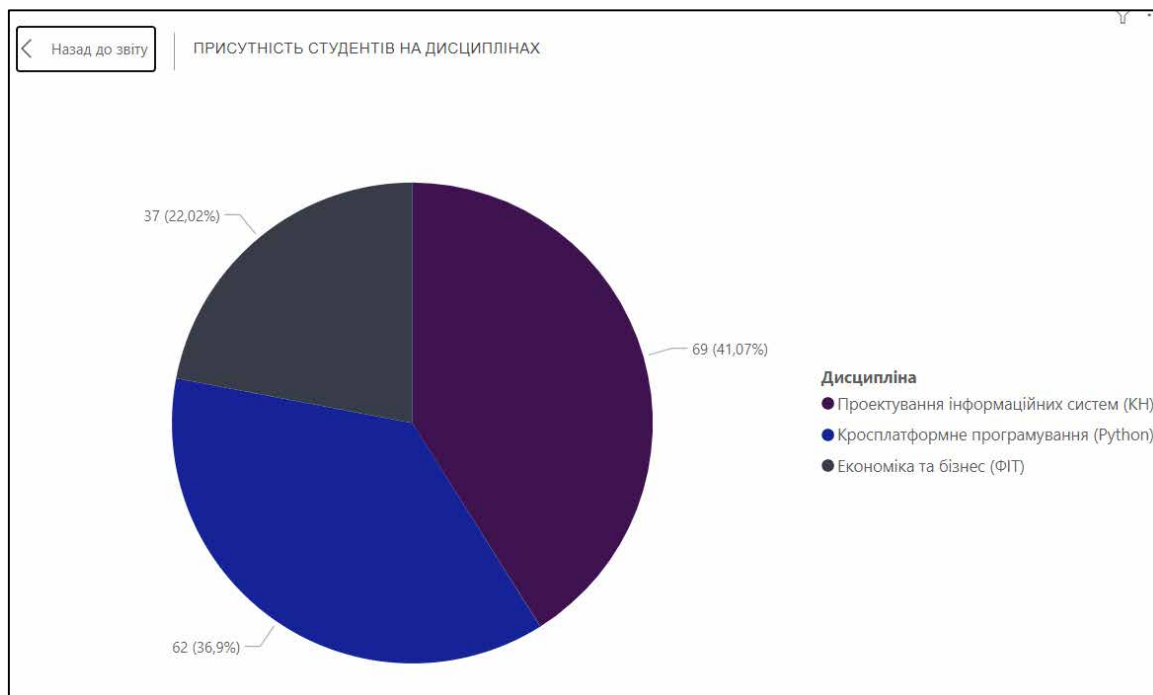


Рисунок 3.3 Секторна діаграма "Присутність студентів на дисциплінах"

На цій діаграмі видно розподіл відвідуваності за різними предметами. Бачимо, що дисципліна "Проектування інформаційних систем (КН)" має 41.07% присутності, що є показником зацікавленості студентів у цьому предметі. Також студенти найбільше відвідують дисципліну "Кросплатформне програмування (Python)", що безпосередньо може залежати від викладача та специфіки навчальної дисципліни.

4) Топ-5 найкращих і найгірших студентів за відвідуваністю

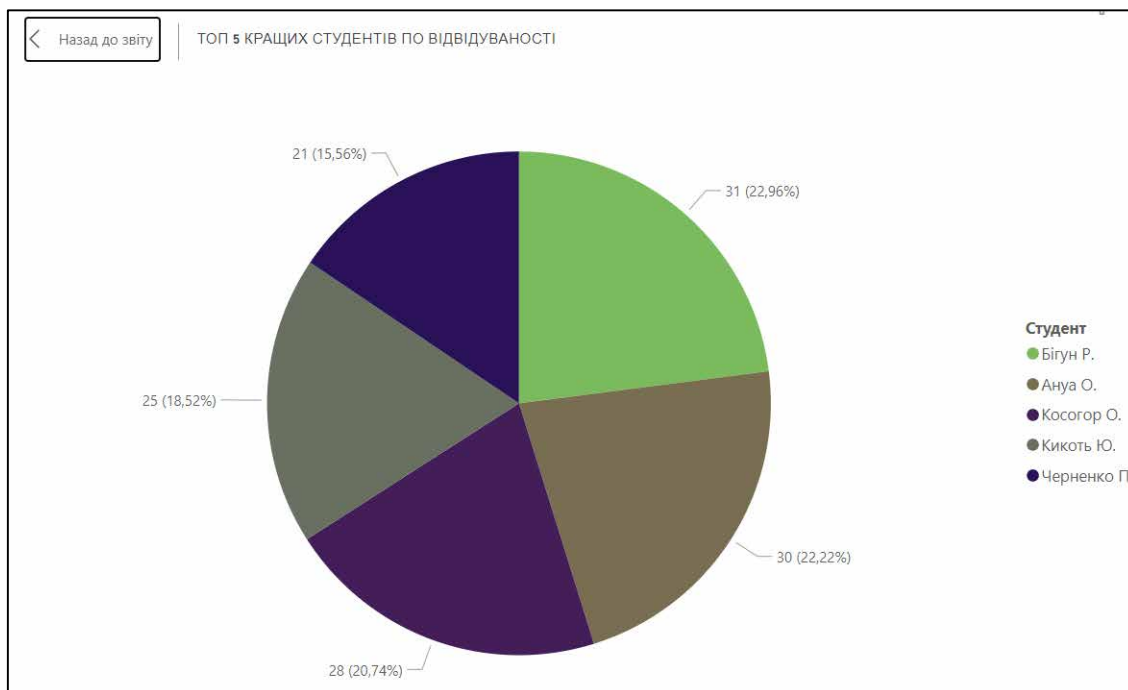


Рисунок 3.4 Топ-5 найкращих студентів за відвідуваністю

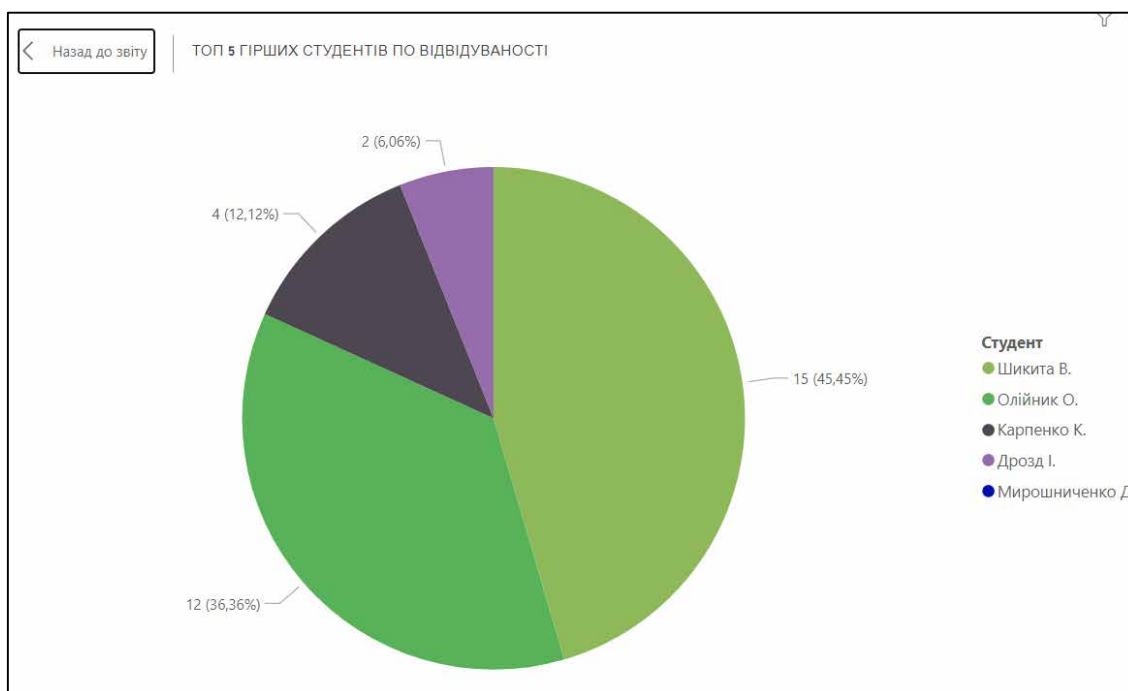


Рисунок 3.5 Топ-5 найгірших студентів за відвідуваністю

Ці діаграми показують студентів з найвищою та найнижчою відвідуваністю. Наприклад, студент Бігун Р. має найвищий рівень присутності — 22.96%, тоді як найгірші студенти мають значно нижчий показник, всього 6.06%. Причинами таких показників можуть бути різні фактори, які впливають на відвідуваність студентів. Для студентів з найвищим рівнем присутності це

може свідчити про високий рівень мотивації, зацікавленості в предметі, а також про ефективний підхід викладача, який стимулює участь і залучення студентів.

З іншого боку, низький рівень відвідуваності у інших студентів може бути зумовлений різними обставинами. Це можуть бути особисті проблеми, низька мотивація до навчання, відсутність інтересу до дисципліни, а також можливі зовнішні фактори, такі як проблеми зі здоров'ям, інші обов'язки (робота, сім'я), чи неефективність викладання.

Далі розглянемо результати моделювання успішності студентів на основі аналізу їхніх освітніх траєкторій, зокрема зв'язок між відвідуваністю занять, академічними результатами та іншими факторами, що можуть впливати на подальший навчальний прогрес здобувачів вищої освіти.

3.2 Аналіз освітніх траєкторій студентів обраного університету: результати та інтерпретація

У рамках дослідження освітніх траєкторій студентів Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України) було проведено всебічний аналіз факторів, що можуть впливати на академічну успішність. Для цього застосували методи кореляційного та багатofакторного регресійного аналізу, використовуючи дані, які включали такі змінні: стать, форму фінансування (бюджет/контракт), конкурсний бал при вступі, кількість входів на онлайн-курс та підсумковий бал з дисципліни як показник успішності.

Аналіз охопив 2781 спостереження. Більшість студентів навчалася на контрактній основі (58%), а серед статевої структури переважали чоловіки. Бали студентів коливалися від 60 до 100, з середнім значенням 76,03, що свідчить про загалом середній або трохи вищий рівень успішності. Середній конкурсний бал становив 153,53, з діапазоном від 111,11 до 198,4. Кількість входів на курс, що слугувала показником цифрової активності, варіювалася.

Кореляційний аналіз виявив помірні статистично значущі зв'язки між змінними. Найсильніший зв'язок спостерігається між конкурсним балом вступу та джерелом фінансування (-0,567), що може свідчити про те, що студенти з

вищими балами частіше навчаються за рахунок бюджету. Помірна позитивна кореляція спостерігається між успішністю та кількістю входів на курс (0,358), а також між успішністю і конкурним балом вступу (0,234), що вказує на можливий вплив як попередньої підготовки, так і цифрової активності на навчальні результати. Водночас зв'язок між статтю та успішністю (0,215) є слабким, що не дозволяє робити впевнені висновки щодо впливу цієї змінної.

Багатофакторна регресійна модель, побудована з використанням чотирьох предикторів — стать (X_1), джерело фінансування (X_2), конкурсний бал (X_3), кількість входів на курс (X_4) — показала такі результати: коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,211$. Це означає, що модель пояснює лише 21,1% варіації успішності студентів, залишаючи значну частину неврахованою. Попри високе значення F-критерію ($p < 0,001$), яке формально підтверджує статистичну значущість моделі загалом, її практична пояснювальна здатність є низькою. Це свідчить про те, що включені до моделі змінні лише частково пояснюють відмінності в успішності студентів, а реальні чинники можуть бути значно ширшими.

Хоча оцінені коефіцієнти для всіх чотирьох змінних виявилися статистично значущими, це не є достатнім для висновку про наявність сильного причинного впливу. Зокрема:

Кількість входів на курс (X_4) мала найвище значення β (0,1086; $p < 0,0001$), що формально свідчить про зв'язок між цифровою активністю та успішністю, однак сила такого зв'язку є помірною.

Конкурсний бал (X_3) ($\beta = 0,0668$; $p < 0,001$) теж демонструє позитивний зв'язок з успішністю, але його внесок у модель залишається обмеженим.

Стать студента (X_1) мала позитивний коефіцієнт ($\beta = 5,58$; $p < 0,0001$), що може вказувати на певні відмінності у результатах залежно від статі, однак з урахуванням низького R^2 робити висновки про істотний вплив не доцільно.

Форма фінансування (X_2) мала негативне значення коефіцієнта ($\beta = -3,84$; $p < 0,001$), що вказує на нижчу середню успішність студентів, які навчаються на контракті, проте й цей зв'язок не є домінантним.

Окрім аналітичних розрахунків в Excel, для поглибленого аналізу було застосовано дашборд Power BI, що дозволило візуалізувати дані про відвідуваність і провести додатковий аналіз освітніх траєкторій.

Дослідження даних відвідуваності виявило важливі зв'язки між кількістю відвідувань курсів та результатами навчання. Наприклад, дисципліни з низьким рівнем відвідуваності можуть свідчити про недостатню зацікавленість студентів або проблеми в організації навчального процесу. Також динаміка відвідуваності змінювалася під впливом зовнішніх факторів, таких як святкові періоди чи інші події.

Секторна діаграма, що відображає розподіл відвідуваності за дисциплінами, дозволила оцінити популярність курсів серед студентів, що може бути корисним для подальшого планування змісту освітніх програм. Порівняння відвідуваності з академічною успішністю показало, що вища відвідуваність зазвичай асоціюється з кращими результатами, тоді як її зниження може бути ознакою потенційних труднощів у навчанні.

Аналіз освітніх траєкторій студентів на основі даних про відвідуваність є ключовим для розуміння факторів, що впливають на академічні результати. Дослідження таких даних дозволяє не лише оцінити рівень залученості студентів, але й вчасно виявити ризики та адаптувати навчальні підходи.

Враховуючи це, аналіз даних про відвідуваність та інші аспекти студентської активності стає корисним інструментом для покращення освітнього процесу. Оцінка впливу цифрової активності, конкурсного балу та соціально-демографічних факторів вказує на наявність певного, хоча й обмеженого, зв'язку з успішністю. Тому для підвищення точності моделювання та глибшого розуміння навчальних результатів доцільно розширити перелік змінних, зокрема включити мотиваційні характеристики, якість викладання та особливості навчального середовища.

ВИСНОВКИ

Результати дослідження

У дослідженні освітніх траєкторій студентів Національного університету біоресурсів і природокористування України було проаналізовано 2781 спостереження. Основна мета аналізу полягала у виявленні факторів, що впливають на академічні досягнення студентів, зокрема з урахуванням конкурсного бала, форми фінансування їхнього навчання та рівня цифрової активності.

Структура вибірки показує, що більшість студентів (58%) навчалися за контрактною формою, що підкреслює значну частку платного навчання в університеті. За гендерним розподілом переважали студенти чоловічої статі, що можна пояснити специфікою окремих освітніх програм та спеціалізацій. Аналіз також виявив можливі гендерні відмінності в цифровій активності студентів, хоча для оцінки їхнього впливу на результати навчання потрібні подальші дослідження.

Академічна успішність. Бали студентів варіювалися від 60 до 100, середній бал становив 76,03, що свідчить про переважно середній або вищий за середній рівень академічної успішності. Розподіл підсумкових балів нерівномірний, з кількома піками в діапазоні 60-65, 70-75, 80-85 і 90-100, що свідчить про концентрацію успішності в певних сегментах.

Динаміка успішності в залежності від курсу. Аналіз даних виявив чітку тенденцію до зниження середніх балів студентів з першого по четвертий курс. Більш детальний аналіз результатів за окремими роками навчання виявив не лише зниження середніх балів, але й зміщення загального розподілу оцінок у бік нижчих значень на останніх курсах, коли все менше студентів досягають дуже високих результатів..

Конкурсний бал та його зв'язок з успішністю. Середній конкурсний бал становив 153,53, коливаючись від 111,11 до 198,4, що свідчить про різний рівень початкової підготовки. Дослідження зв'язків між кількісними змінними

показало, що між конкурсним балом при вступі та підсумковими балами студента існує слабкий позитивний лінійний зв'язок (коефіцієнт кореляції 0.24). Це означає, що хоча попередня підготовка є важливим фактором, вона не є єдиним і вирішальним предиктором результатів навчання. Загалом, сильних лінійних взаємозв'язків між конкурсним балом, балами студента та кількістю входів на курс не виявлено.

Студентська цифрова активність та відвідуваність студентів. Кількість відвідувачів онлайн-навчальних курсів як індикатор цифрової активності студентів показала значну варіацію, що вказує на значні відмінності в інтенсивності залучення. Розподіл кількості входів у систему сильно зміщений вправо, що свідчить про низьку активність більшості студентів (0–20 входів). При цьому спостерігається помірна позитивна лінійна залежність між кількістю відвідувань та результатами студентів (коефіцієнт кореляції 0,42), що підкреслює роль діяльності в навчальному процесі.

Крім того, дані відвідуваності студентів аналізувалися за допомогою інформаційної панелі Power BI. Цей інструмент дозволив більш детально проаналізувати зв'язок між відвідуваністю та успішністю студентів. Результати показали, що регулярне відвідування занять позитивно впливає на успішність учнів, тоді як низька відвідуваність може свідчити про проблеми з навчанням.

Прогностична модель та сегментація студентів. Побудована регресійна модель, яка враховувала конкурсний бал, тип фінансування, цифрову активність та інші змінні, показала загалом слабкий рівень пояснювальної здатності. Жодна з розглянутих змінних не мала сильного впливу на підсумкові оцінки студентів. Хоча деякі фактори, як-от конкурсний бал чи кількість входів на курс, виявилися статистично значущими, їхній практичний вплив є незначним. Це свідчить про багатофакторний характер академічної успішності, яку неможливо пояснити лише кількома кількісними показниками.

Аналіз поведінкових профілів дозволив виділити три категорії студентів залежно від їхньої цифрової активності та балів: з низькою, помірною та високою віртуальною залученістю. У середині кожної групи спостерігається широкий

розподіл результатів, що ще раз підкреслює відсутність прямої кореляції між залученістю в онлайн-курси та академічною успішністю. Це також свідчить про існування різних індивідуальних стратегій навчання, ефективність яких не завжди корелює з активністю в цифровому середовищі.

Загальний висновок:

Аналіз даних 2781 студента НУБіП України показав, що академічна успішність формується під впливом низки факторів, але жоден із них не є визначальним чи достатньо сильним предиктором. Цифрова активність, конкурсний бал при вступі, відвідуваність занять, стать та форма фінансування мають статистично значущий, але переважно слабкий або помірний вплив на навчальні результати. Це свідчить про те, що академічна успішність є результатом складної взаємодії різних факторів, зокрема індивідуальних стратегій навчання, мотивації, особистих обставин і соціального середовища.

Спостереження за тенденцією зниження середнього балу на старших курсах, а також значна варіативність результатів у різних дисциплінах, підкреслюють складність і багатогранність освітніх шляхів студентів. Отримані результати вказують на необхідність подальшого вдосконалення аналітичної моделі шляхом включення додаткових якісних, психологічних і поведінкових змінних для глибшого розуміння механізмів успішності. Це, в свою чергу, дозволить розробити більш персоналізовані та ефективні стратегії підтримки студентів у навчальному процесі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мірошнікова А. Індивідуальна освітня траєкторія: що це та навіщо? [Електронний ресурс] / А. Мірошнікова // Освіторія Медіа. – 2021. – 2 серпня. – Режим доступу: <https://osvitoria.media/experience/indyvidualna-osvitnya-trayektoriya-shho-tse-ta-navishho/>
2. Індивідуальна освітня траєкторія студента: теоретичні аспекти організації [Електронний ресурс] // Педагогіка та психологія. – 2018. – № 60, ч. 1. – С. 101. – Режим доступу: http://pedagogy-journal.kpu.zp.ua/archive/2018/60/part_1/21.pdf
3. Майбутнє школі: індивідуальні освітні траєкторії [Електронний ресурс] // На Урок. – [б. д.]. – Режим доступу: <https://naurok.com.ua/post/maybutne-shkoli-individualni-osvitni-traektori>
4. Осипова Т. Ю., Руденко Т. Б. Сутність поняття «Індивідуальна освітня траєкторія» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/23062>
5. Індивідуальна освітня траєкторія: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://api.dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/797e5a27-221c-4cbb-aa72-79ca52651862/content>
6. Формування індивідуальних освітніх траєкторій: питання–відповіді [Електронний ресурс] // Заочний відділ КПНУ. – 2023. – 9 лютого. – Режим доступу: <https://zaoch.kpnu.edu.ua/2023/02/09/formuvannia-indyvidualnykh-osvitnikh-traiektorij-pytannia-vidpovidi/>
7. Що таке машинне навчання: як працює та де використовується [Електронний ресурс]. – [б. д.]. – Режим доступу: <https://gigacloud.ua/blog/navchannja/scho-take-mashinne-navchannja-jak-pracjue-ta-de-vikoristovuetsja>
8. Максим Б. Що таке когортний аналіз? Як отримати результат? [Електронний ресурс]. – [б. д.]. – Режим доступу: <https://brander.ua/blog/shcho-take-kohortnyy-analiz-yak-otrymaty-rezultat>

9. Індивідуальна освітня траєкторія: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/Нужна%20ГОТОВИЙ%20024/page8.html
10. Вибір методів оцінки ризику [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/875851/mod_resource/content/1/Тема%206%20ВИБІР%20МЕТОДІВ%20ОЦІНКИ%20РИЗИКУ.pdf
11. Індивідуальна освітня траєкторія: [Електронний ресурс]. – С. 203–205. – Режим доступу: <https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/5ab2b38f-d898-4e09-b599-255087c7f384/content>
12. Вікторія К. Індивідуальна освітня траєкторія та індивідуальний навчальний план: що це і для кого [Електронний ресурс] // Нова українська школа. – 2022. – 2 листопада. – Режим доступу: <https://nus.org.ua/2022/11/02/individualna-osvitnya-trayektoriya-ta-individualnyj-navchalnyj-plan-shho-tse-i-dlya-kogo/>
13. Індивідуальна освітня траєкторія – освітня програма студента [Електронний ресурс] / Т. П. Коростіянець // Науковий вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2021. – № 13. – Режим доступу: <https://nvd.luguniv.edu.ua/archiv/NN21/13ktpops.pdf>
14. Алексеєва С. В. Індивідуальна освітня траєкторія: від побудови до реалізації [Електронний ресурс] // Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. – 2021. – Режим доступу: https://lib.iitta.gov.ua/730035/1/Алексеєва_стаття_2021p.pdf
15. Литвин В. Індивідуальна освітня траєкторія здобувачів вищої освіти: контент-аналіз поняття, принципи побудови, форми та методи реалізації // Молодь і ринок. – 2021. – № 9(195). – С. 93–98.
16. Індивідуальна освітня траєкторія студента: теоретичні аспекти організації [Електронний ресурс] // Педагогіка та психологія. – 2018. – № 60, ч. 1. – Режим доступу: https://www.pedagogy-journal.kpu.zp.ua/archive/2018/60/part_1/21.pdf

17. Індивідуальна освітня траєкторія та індивідуальний навчальний план: що це і для кого [Електронний ресурс] // Нова українська школа. – 2022. – Режим доступу: <https://nus.org.ua/2022/11/02/indyvidualna-osvitnya-trayektoriya-ta-indyvidualnyj-navchalnyj-plan-shho-tse-i-dlya-kogo/>
18. Цифровізація та її вплив на освітній простір : монографія / за ред. В. Ю. Бикова ; НАПН України, Інститут цифровізації освіти. – Київ : Педагогічна думка, 2021. – 352 с. – Режим доступу: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/728469/1/ЦИФРОВІЗАЦІЯ%20ТА%20ЇЇ%20ВПЛИВ%20НА%20ОСВІТНІЙ%20ПРОСТІР.pdf>
19. Zhelezniakova E. Yu., Zmiivska I. V. Digital platform as a tool for the digitalization of education [Цифрова платформа як інструмент цифровізації освіти] // Business Inform. – 2024. – № 3. – С. 129–135. – DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-3-129-135>
20. Кузьміна І. О. Інноваційні підходи до організації освітнього процесу в умовах цифрової трансформації // Освітній простір України. — 2023. — № 1. — С. 25–30.
21. Морзе Н. В. Цифрова трансформація освіти: виклики та перспективи // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2022. – Т. 90, № 4. – С. 1–12. – Режим доступу: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/4962>
22. Лапінський В. В., Шишкіна М. П., Іванова С. М. Цифрове освітнє середовище: методологія створення та використання. — К. : Педагогічна думка, 2020. — 148 с.
23. Ковальчук Ю. О. Пошук, отримання й аналіз даних в освіті: сучасний стан і перспективи розвитку // Інформаційні технології і засоби навчання. — 2016. — Т. 50, № 6. — С. 152–164. — DOI: 10.33407/itlt.v50i6.1284.
24. Nikolaienko S. M., Shynkaruk V. D., Kovalchuk V. I., Kocharyan A. B. Використання Big Data в освітньому процесі сучасного університету // Information Technologies and Learning Tools. — 2017. — № 60 (4). — С. 239. — DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v60i4.1681>.

25. Morze N. V., Smyrnova-Trybulska E., Glazunova O. Design of a university learning environment for SMART education // *Smart Technology Applications in Business Environments*. — 2020. — С. 221–248.
26. Петренко С. В. Оптимізація й аналіз результатів використання LMS Moodle у системі змішаного навчання в університеті // *Інформаційні технології і засоби навчання*. — 2017. — Т. 61, № 5. — С. 140–150.
27. Drigas A., Leliopoulos P. The Use of Big Data in Education // *International Journal of Computer Science Issues*. — 2014. — Т. 11, № 5.
28. Bognár L., Fauszt T., Nagy G. Z. Analysis of Conditions for Reliable Predictions by Moodle Machine Learning Models // *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*. — 2021. — № 16(06). — С. 106–121. — DOI: 10.3991/ijet.v16i06.18347.
29. Romero C., Ventura S. Data mining in education // *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*. — 2013. — Т. 3, № 1. — С. 12–27.
30. Baker R., Siemens G. Education Data Mining and Learning Analytics [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.columbia.edu/~rsb2162/BakerSiemensHandbook2013.pdf>.
31. Baker R., Yacef K. The state of Educational data mining in 2009: A review and future vision // *Journal of Educational Data Mining*. — 2009. — Т. 1, № 1. — С. 3–17. — Режим доступу: <http://www.educationaldatamining.org/JEDM/index.php/JEDM/article/download/8/2>.
32. Скрипник А., Клименко Н., Костенко І. Рівень освіченості населення в галузі цифрових технологій та зростання економік країн // *Інформаційні технології і засоби навчання*. — 2020. — Т. 78, № 4. — С. 278–297. — DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v78i4.2948>.
33. Klymenko Ye. V., Hlazunova O. Moodle big data analytics за допомогою Power BI // *Grail of Science*. — 2024. — С. 201–203. — DOI: 10.36074/grail-of-science.19.01.2024.035.

34. Глазунова О., Клименко Є. Інформаційна технологія аналітики освітніх даних // Наука і техніка сьогодні. — 2025. — № 2(43). — Серія «Техніка». — С. 1145–1155. — DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-2\(43\)-1145-1155](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-2(43)-1145-1155).
35. Hlazunova O., Klymenko N., Mokriiev M., Nehrey M., Klymenko Y. Data Analysis Technologies for Enhanced Educational Processes: A Case Study Using the Moodle LMS // In: Hu Z., Yanovsky F., Dychka I., He M. (eds). Advances in Computer Science for Engineering and Education VII. — ICCSEEA 2024. — Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 242. — Cham: Springer, 2025. — DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-84228-3_58.

ДОДАТКИ

Додаток Б.1

```

▶ import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
from scipy import stats
import numpy as np

# Завантаження даних
df = pd.read_excel('Відвідування_успішність_зведено_ФІТ_1семестр_повний.xlsx')

# Перевірка структури
print(df.info())
print(df.head())

```

```

[ ] # Описова статистика по числовим змінним
# Вказуємо тільки потрібні стовпці
selected_columns = [
    'Кількість входів на курс',
    'КБ при вступі',
    'Бали студента'
]

print(df[selected_columns].describe())

```

```

⇒

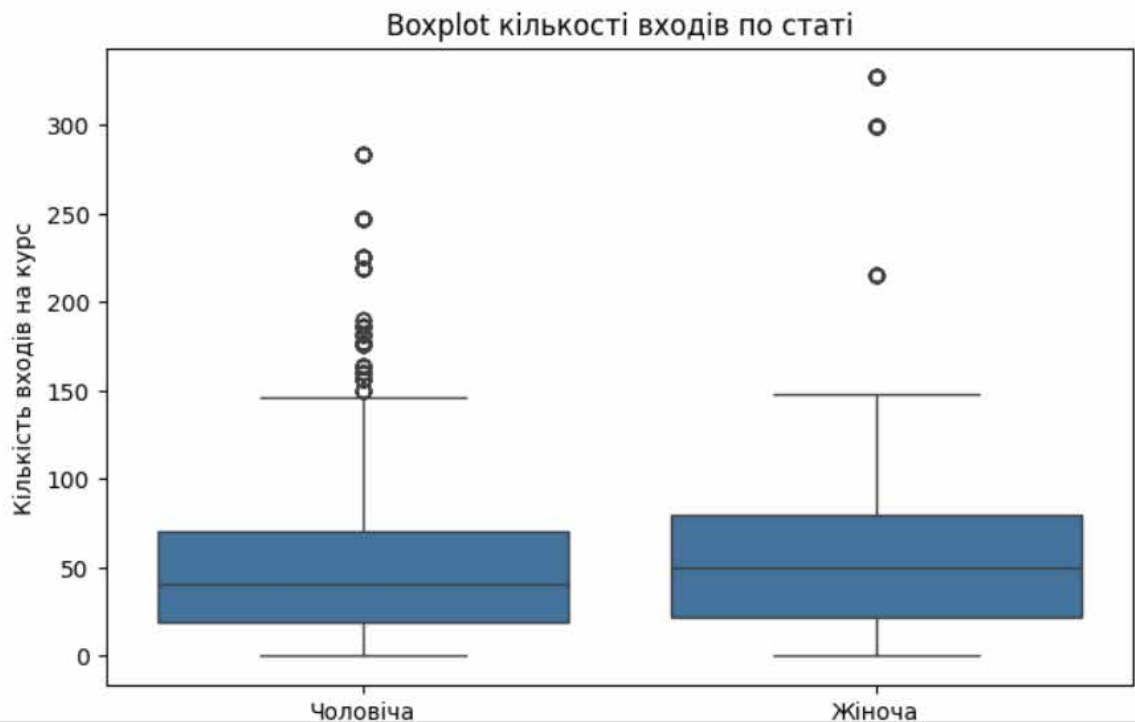
```

	Кількість входів на курс	КБ при вступі	Бали студента
count	43684.000000	43684.000000	43684.000000
mean	48.444831	153.531778	76.031522
std	38.704035	17.194969	12.648725
min	0.000000	111.111000	60.000000
25%	20.000000	141.000000	64.000000
50%	40.000000	152.700000	74.000000
75%	75.000000	166.362000	90.000000
max	327.000000	198.400000	100.000000

```

▶ # Boxplot кількість входів на курс по статі
plt.figure(figsize=(8,5))
sns.boxplot(x='Стать', y='Кількість входів на курс', data=df)
plt.title('Boxplot кількості входів по статі')
plt.show()

```



```

▶ #Аналіз кореляції між кількістю відвідувань та балами студента
from scipy.stats import pearsonr
# Переконаємось, що є всі потрібні колонки
required_columns = ['norm id', 'Відмітка', 'Бали студента']
if all(col in df.columns for col in required_columns):
    # Перетворимо 'Відмітка' на числові значення (1 - присутній, 0 - відсутній)
    df['Був присутній'] = df['Відмітка'].apply(lambda x: 1 if str(x).lower() == 'present' else 0)

    # Згрупуємо по студенту та підрахуємо кількість відвідувань
    attendance_summary = df.groupby('norm id')['Був присутній'].sum().reset_index()
    attendance_summary.rename(columns={'Був присутній': 'Кількість відвідувань'}, inplace=True)

    # Порахувати середні бали студента (по кожному norm id)
    grades_summary = df.groupby('norm id')['Бали студента'].mean().reset_index()

    # Об'єднати дані
    df_merged = pd.merge(attendance_summary, grades_summary, on='norm id', how='inner')

    # Побудова графіка розсіювання
    plt.figure(figsize=(10, 6))
    sns.scatterplot(x='Кількість відвідувань', y='Бали студента', data=df_merged)
    sns.regplot(x='Кількість відвідувань', y='Бали студента', data=df_merged, scatter=False, color='red', label='Лінія тренду')
    plt.title('Зв'язок між кількістю відвідувань та балами студента')
    plt.xlabel('Кількість відвідувань')
    plt.ylabel('Бали студента')
    plt.legend()
    plt.grid(True)
    plt.show()

```

```

# Розрахунок коефіцієнта кореляції Пірсона та p-value
correlation, p_value = pearsonr(df_merged['Кількість відвідувань'], df_merged['Бали студента'])
print(f"\nКоефіцієнт кореляції Пірсона: {correlation:.2f}")
print(f"P-value: {p_value:.5f}")

# Інтерпретація гіпотези
alpha = 0.05
if p_value < alpha:
    print("ВИСНОВОК: Існує статистично значущий зв'язок між кількістю відвідувань та балами студента (відхиляємо H0).")
else:
    print("ВИСНОВОК: Немає статистично значущого зв'язку між кількістю відвідувань та балами студента (не відхиляємо H0).")
else:
    print("\nУвага: Відсутні необхідні колонки для аналізу.")

```



Коефіцієнт кореляції Пірсона: 0.43

P-value: 0.00000

ВИСНОВОК: Існує статистично значущий зв'язок між кількістю відвідувань та балами студента (відхиляємо H0).

```

#Кластеризація студентів за відвідуваністю та успішністю
from sklearn.cluster import KMeans

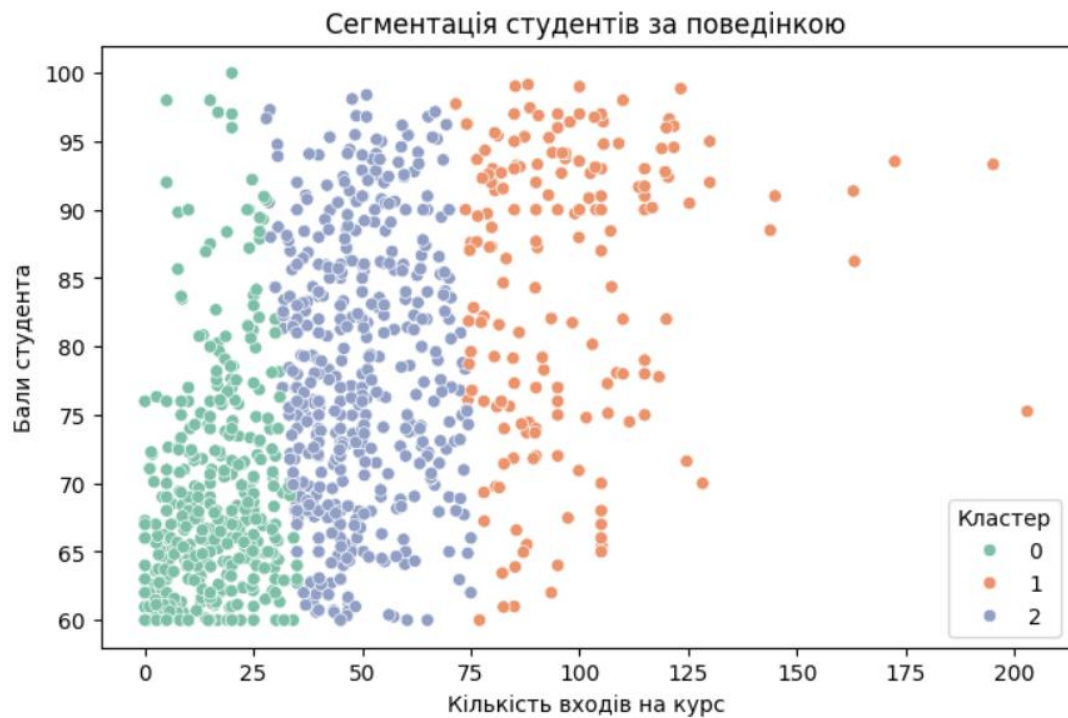
df_grouped = df.groupby(['КодОсоби']).agg({
    'Відвідування': 'mean',
    'Кількість входів на курс': 'mean',
    'Бали студента': 'mean'
}).reset_index()

kmeans = KMeans(n_clusters=3, random_state=42)
df_grouped['Кластер'] = kmeans.fit_predict(df_grouped[['Відвідування', 'Кількість входів на курс', 'Бали студента']])

plt.figure(figsize=(8,5))
sns.scatterplot(data=df_grouped, x='Кількість входів на курс', y='Бали студента', hue='Кластер', palette='Set2')
plt.title('Сегментація студентів за поведінкою')
plt.show()

```

[↕]

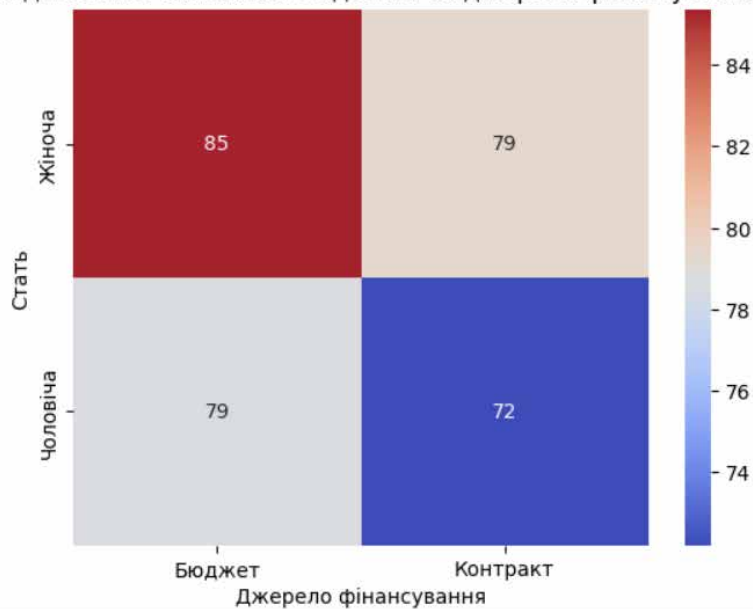


▶

```
#Побудова heatmap залежності відвідуваності, фінансування, статі та балів
pivot = df.pivot_table(values='Бали студента', index='Стать', columns='Джерело фінансування', aggfunc='mean')
sns.heatmap(pivot, annot=True, cmap='coolwarm')
plt.title('Середні бали в залежності від статі та джерела фінансування')
plt.show()
```

[↕]

Середні бали в залежності від статі та джерела фінансування



```

▶ # Групування по студенту
attendance_avg = df.groupby('Студент')['Відвідування_бінарне'].mean().reset_index()

# Класифікація на групи
def classify_attendance(rate):
    if rate < 0.4:
        return 'Низька відвідуваність'
    elif rate < 0.7:
        return 'Середня відвідуваність'
    else:
        return 'Висока відвідуваність'

attendance_avg['Група відвідуваності'] = attendance_avg['Відвідування_бінарне'].apply(classify_attendance)

# Підрахунок кількості студентів у кожній групі
group_counts = attendance_avg['Група відвідуваності'].value_counts()

# Побудова кругової діаграми
plt.figure(figsize=(8, 6))
colors = ['#87CEEB', '#FFFF66', '#9370DB'] # блакитний, оранжевий, фіолетовий
group_counts.plot.pie(
    autopct='%1.1f%',
    startangle=90,
    colors=colors,
    wedgeprops={'edgecolor': 'black'}
)

```

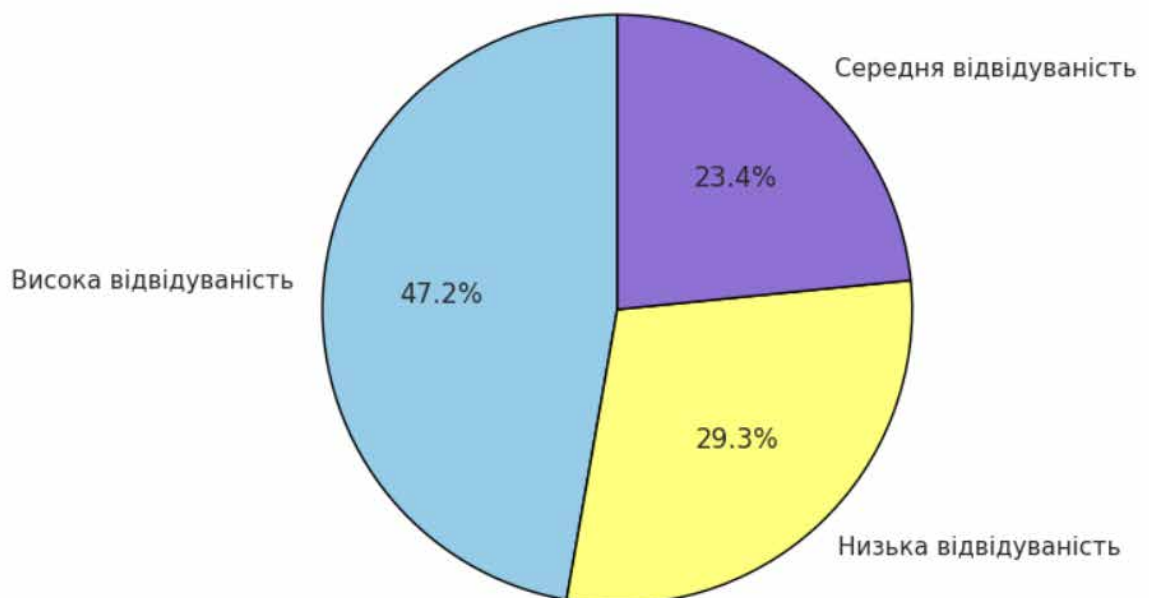
```

▶ plt.title('Розподіл студентів за рівнем відвідуваності')
plt.ylabel('')
plt.show()

```



Розподіл студентів за рівнем відвідуваності

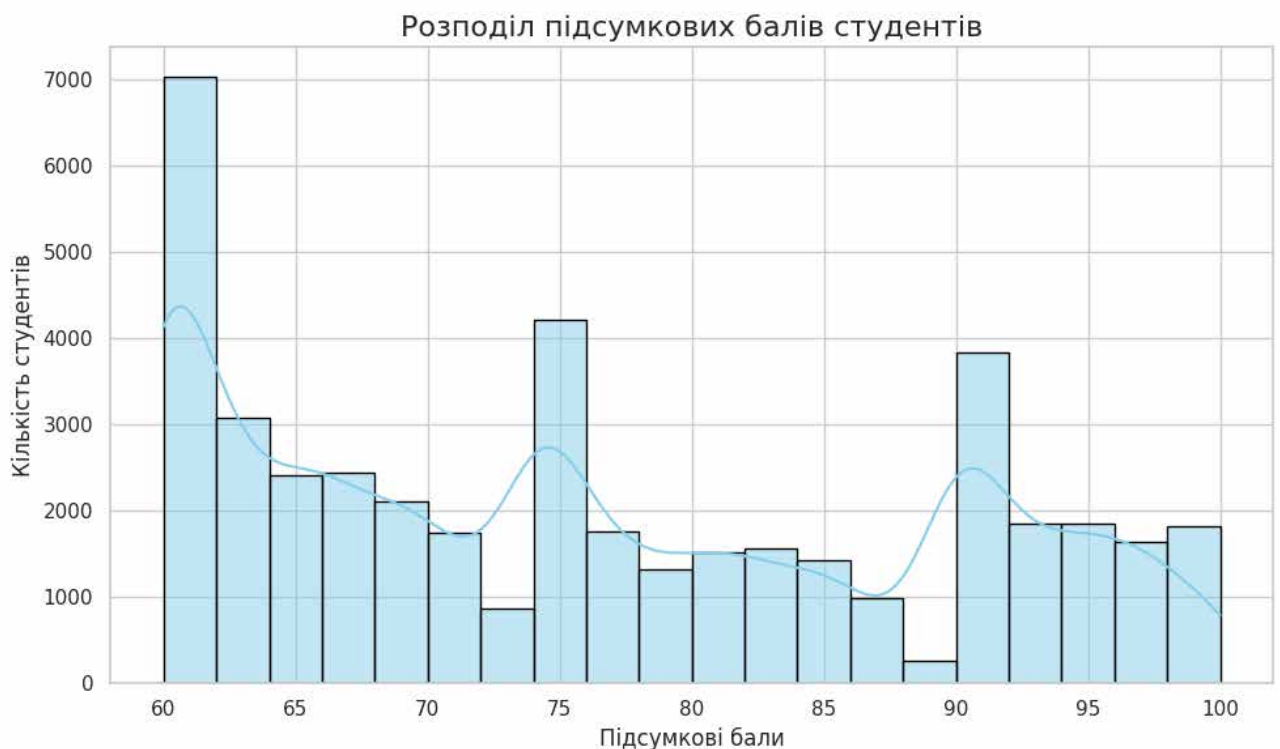


```

▶ # Створення гістограми розподілу підсумкових балів
plt.figure(figsize=(10, 6))
sns.histplot(df['Бали студента'], bins=20, kde=True, color='skyblue', edgecolor='black')
# Налаштування стилю графіка
sns.set(style="whitegrid")
# Назви осей та заголовок
plt.title('Розподіл підсумкових балів студентів', fontsize=16)
plt.xlabel('Підсумкові бали')
plt.ylabel('Кількість студентів')

# Виведення графіка
plt.tight_layout()
plt.show()

```



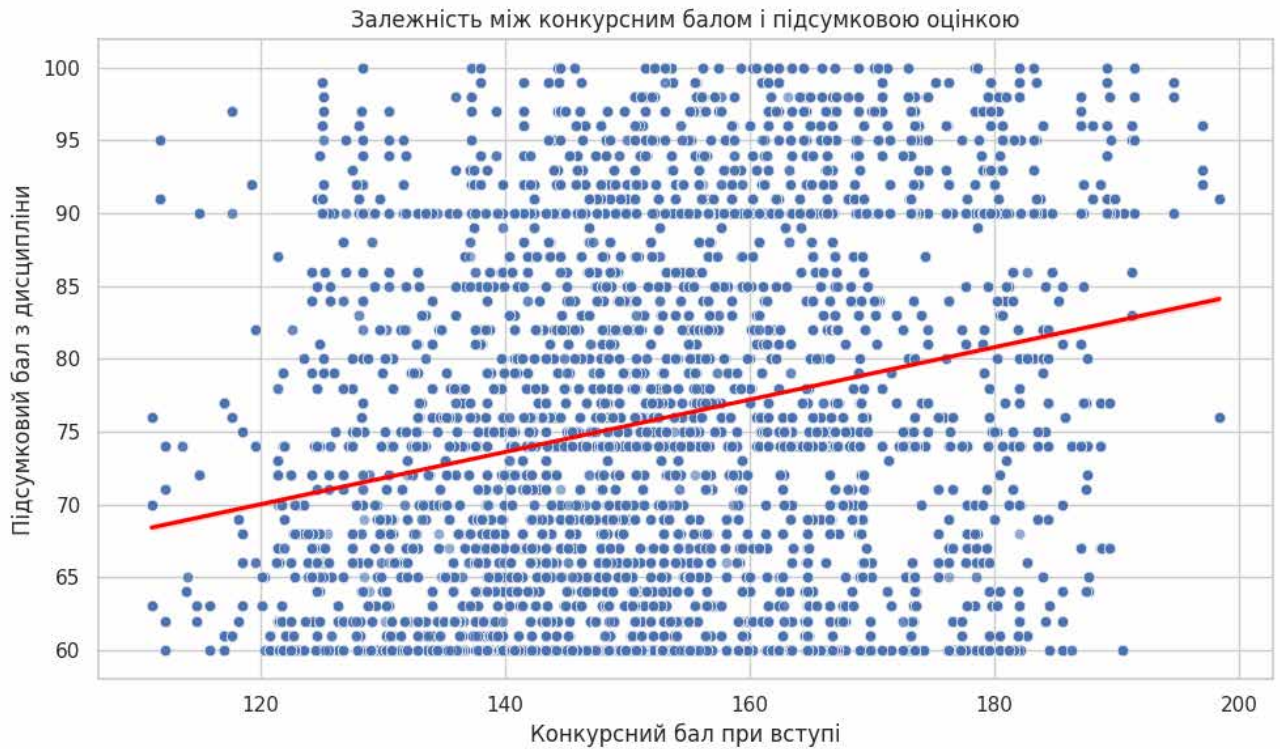
```

▶ import pandas as pd
import seaborn as sns
import matplotlib.pyplot as plt
# Побудова діаграми розсіювання
plt.figure(figsize=(10, 6))
sns.scatterplot(data=df, x='КБ при вступі', y='Бали студента', alpha=0.6)

# Додавання регресійної лінії
sns.regplot(data=df, x='КБ при вступі', y='Бали студента', scatter=False, color='red')

# Оформлення
plt.title("Залежність між конкурсним балом і підсумковою оцінкою")
plt.xlabel("Конкурсний бал при вступі")
plt.ylabel("Підсумковий бал з дисципліни")
plt.grid(True)
plt.tight_layout()
plt.show()

```



```

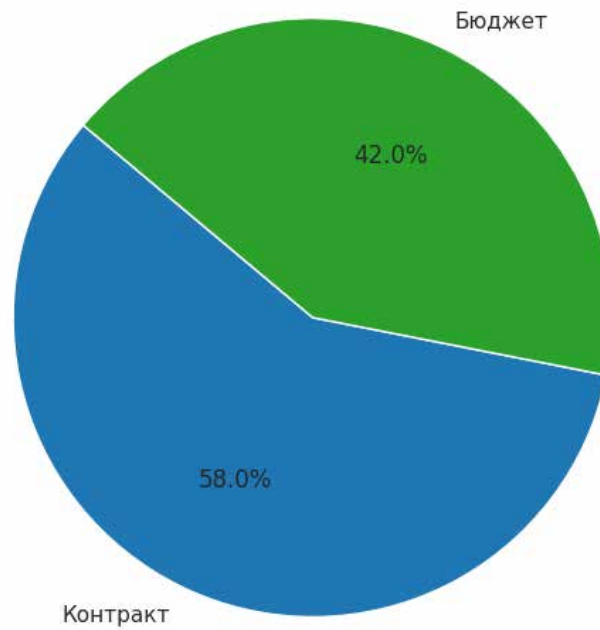
▶ # Підрахунок кількості студентів за типом фінансування
finance_counts = df["Джерело фінансування"].value_counts()

# Побудова кругової діаграми
import matplotlib.pyplot as plt
colors = ['#1f77b4', '#2ca02c'] # синій і зелений

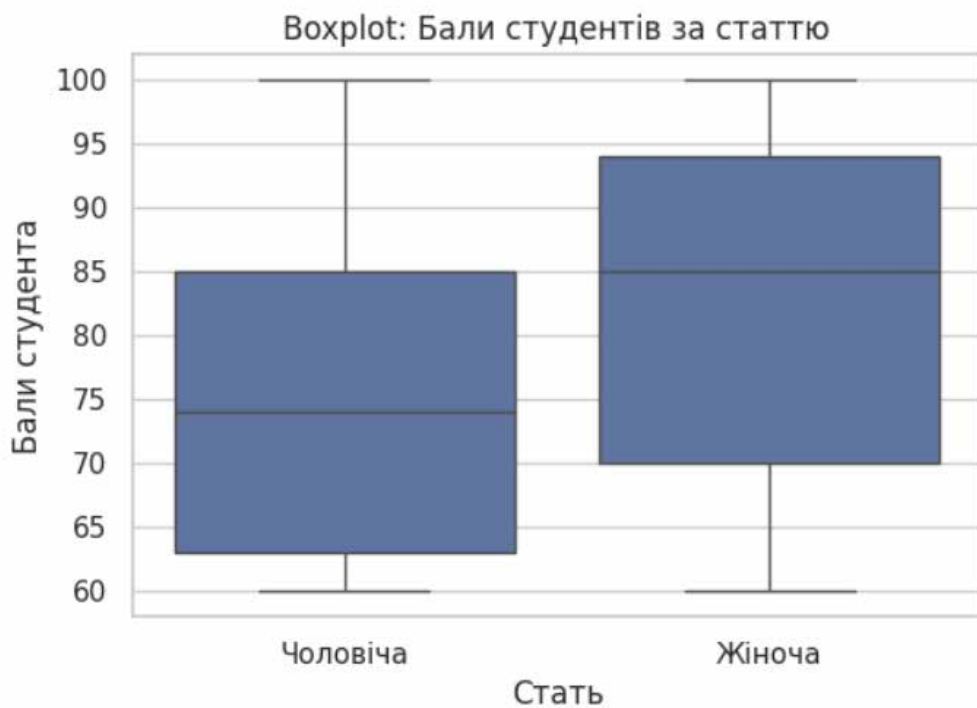
plt.figure(figsize=(6, 6))
plt.pie(finance_counts, labels=finance_counts.index, autopct='%1.1f%%',
        startangle=140, colors=colors)
plt.title("Розподіл кількості студентів за типом фінансування")
plt.axis('equal')
plt.show()

```

Розподіл кількості студентів за типом фінансування

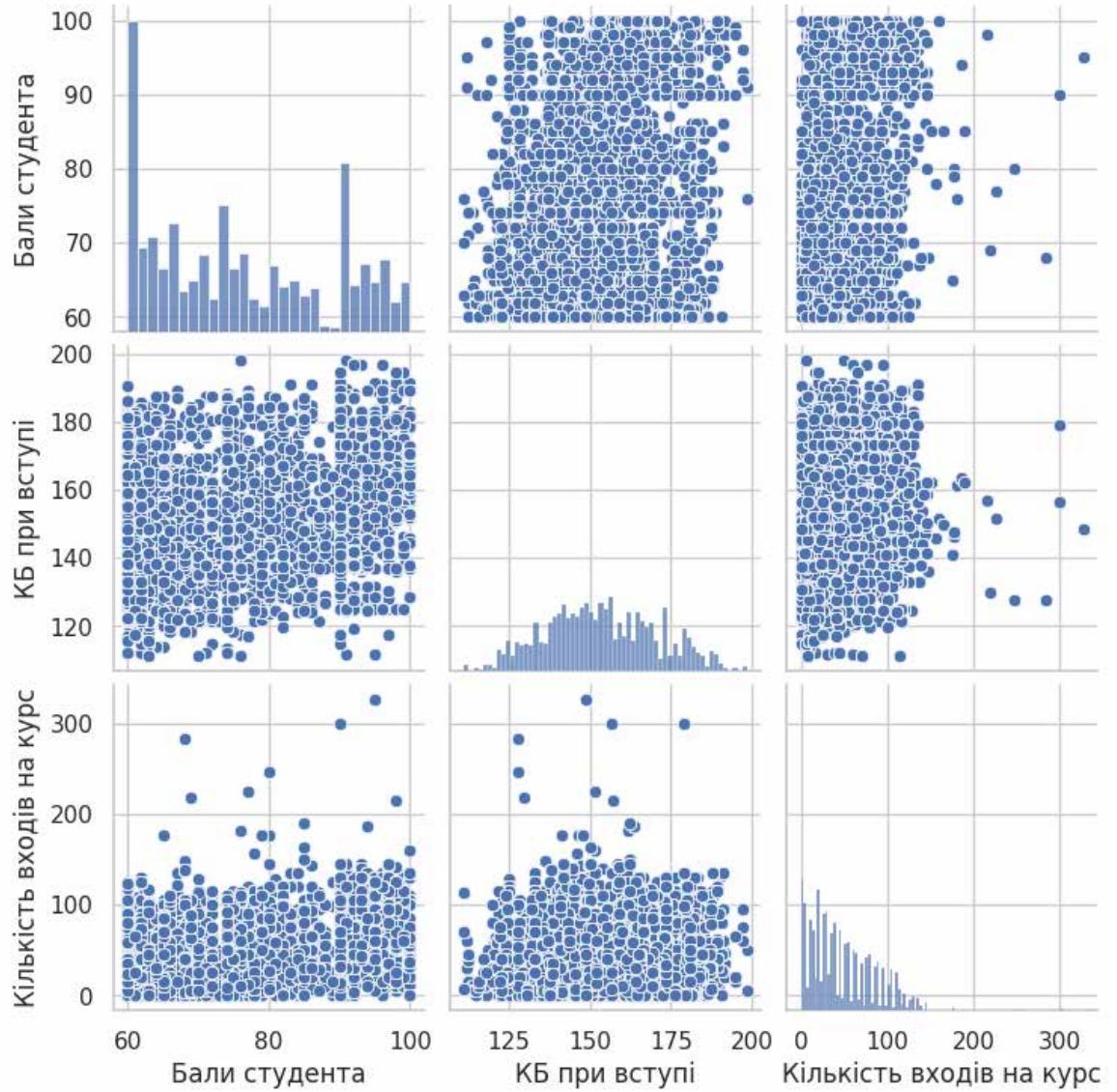


```
# 1. Boxplot: Бали студентів за статтю
plt.figure(figsize=(6, 4))
sns.boxplot(data=df, x="Стать", y="Бали студента")
plt.title("Boxplot: Бали студентів за статтю")
plt.show()
```



```
# 3. Pairplot: Бали, КБ при вступі, входи
sns.pairplot(df[["Бали студента", "КБ при вступі", "Кількість входів на курс"]])
plt.suptitle("Pairplot: Зв'язки між кількісними змінними", y=1.02)
plt.show()
```

Pairplot: Зв'язки між кількісними змінними



```

▶ # 6. Лінійний графік: Середній бал по курсах
plt.figure(figsize=(6, 4))

# Отримуємо серію з середніми балами по курсах
avg_scores = df.groupby("Курс")["Бали студента"].mean()

# Будуємо графік
avg_scores.plot(marker='o')

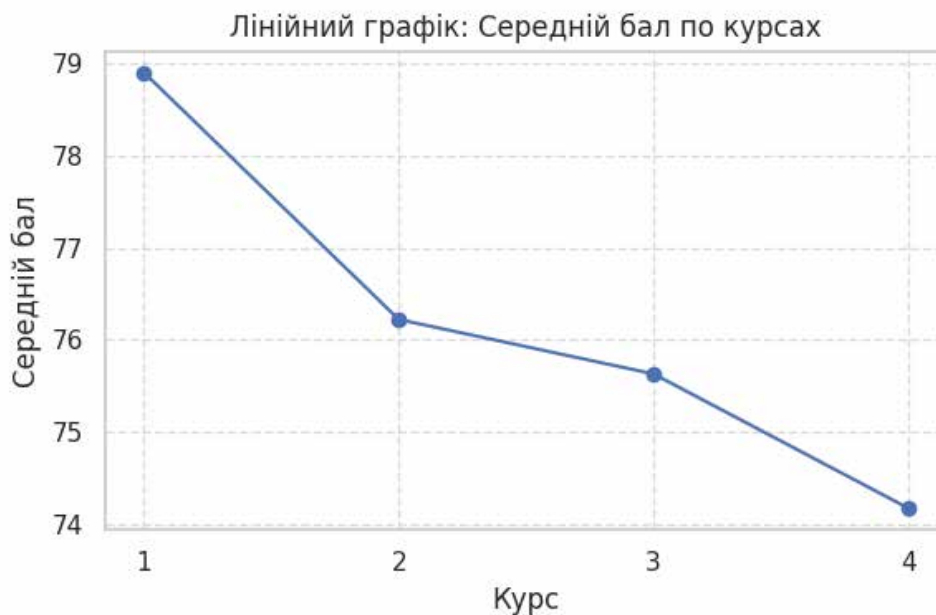
plt.title("Лінійний графік: Середній бал по курсах")
plt.ylabel("Середній бал")
plt.xlabel("Курс") # Додано підпис осі X

# Отримуємо значення курсів з індексу |
course_ticks = avg_scores.index.tolist()
# Створюємо мітки, перетворюючи кожне значення на int, а потім на рядок
course_labels = [str(int(tick)) for tick in course_ticks]

# Встановлюємо нові мітки на осі X
plt.xticks(course_ticks, course_labels)

plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.7) # Додаємо сітку для читабельності
plt.tight_layout()
plt.show()

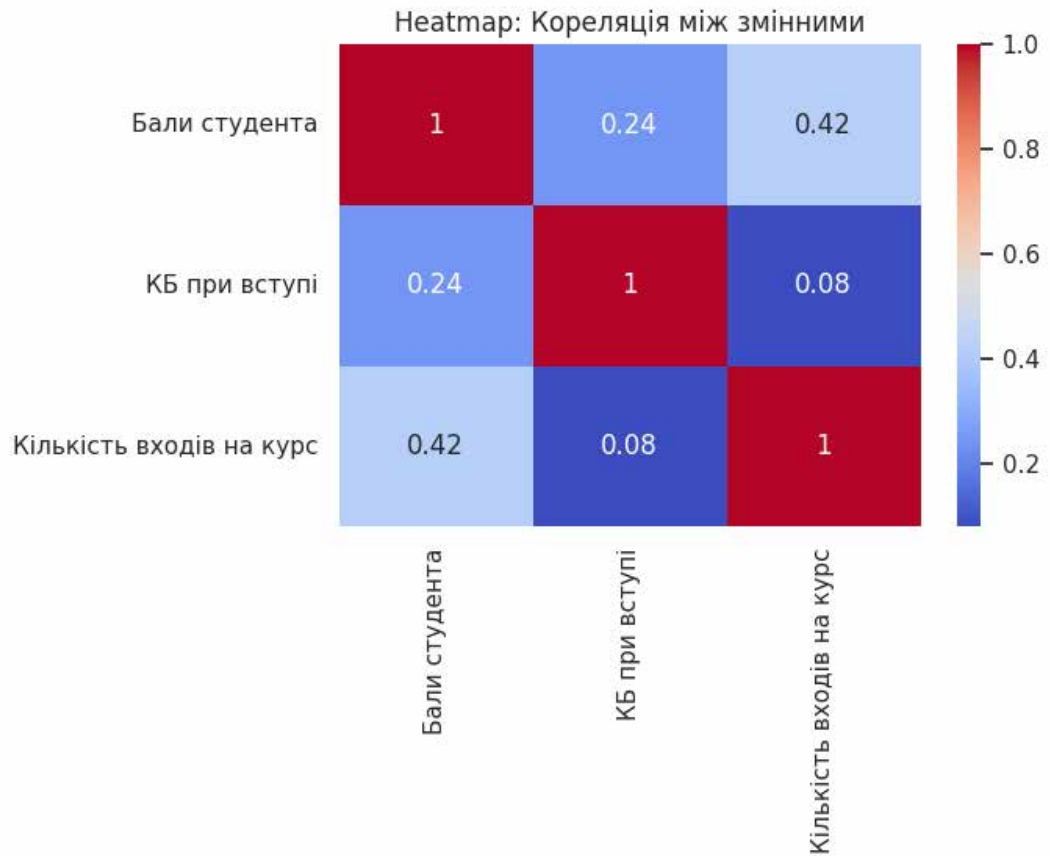
```



```

▶ # 8. Heatmap: Кореляція між змінними
plt.figure(figsize=(6, 4))
sns.heatmap(df[["Бали студента", "КБ при вступі", "Кількість входів на курс"]].corr(), annot=True, cmap="coolwarm")
plt.title("Heatmap: Кореляція між змінними")
plt.show()

```



```
# 10. Violinplot: Успішність по курсам
plt.figure(figsize=(6, 4))
sns.violinplot(data=df, x="Курс", y="Бали студента", inner="quartile")
plt.title("Violinplot: Успішність по курсам")
plt.show()
```

