

Управління освіти і науки Миколаївської облдержадміністрації
Миколаївське територіальне відділення МАН України
Відділення: математика
Секція: прикладна математика

**ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ЗНАЧЕНЬ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ
СКЛАДОВИХ КОНКУРСНОГО БАЛУ АБІТУРІЄНТА НА БАЗІ
РЕЗУЛЬТАТІВ СЕСІЇ СТУДЕНТІВ ЗВО**

Роботу виконала:
Дворецька Марія Михайлівна
учениця 9 класу Миколаївського
муніципального колегіуму
ім .В. Д. Чайки
I-III ступенів №38

Керівник:
Співаченко Надія Франківна,
учитель Миколаївського
муніципального колегіуму
ім .В. Д. Чайки
I-III ступенів №38

Науковий консультант:
Воробйова Алла Іванівна, кандидат
фізико-математичних наук, доцент
кафедри прикладної та вищої
математики Чорноморського
національного університету
ім. Петра Могили

Тези до роботи:
«ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ЗНАЧЕНЬ ВАГОВИХ
КОЕФІЦІЄНТІВ СКЛАДОВИХ КОНКУРСНОГО БАЛУ АБІТУРІЄНТА
НА БАЗІ РЕЗУЛЬТАТІВ СЕСІЇ СТУДЕНТІВ ЗНО»
Виконавець – учениця 9-класу Миколаївського муніципального колегіуму
ім. В. Д. Чайки
Дворецька Марія Михайлівна

Основне завдання системи ЗНО в Україні – забезпечити кожному громадянину рівні умови доступу до вищої освіти. Позитивними наслідками впровадження ЗНО стало також наближення української освіти до міжнародних стандартів, зменшення корупційної складової, можливість вступу до університету незалежно від матеріальних статків.

Конкурсний бал абітурієнта складається із результатів ЗНО по декільком дисциплінам та середнього балу атестату. Кожна з цих складових має свій ваговий коефіцієнт. Але дані коефіцієнти визначаються на розсуд ЗВО, та не завжди мають коректне значення відповідно до обраної спеціальності.

Мета роботи - виявлення ступеня впливу результатів кожного з предметів ЗНО на подальшу загальну успішність студентів та визначення на його основі вагових коефіцієнтів складових конкурсного балу абітурієнтів.

У **першому розділі** автором розглянуто ЗНО, як засіб оцінювання рівня знань учнів, проаналізовано дані щодо результатів ЗНО, вплив коефіцієнтів складових при формуванні конкурсного балу абітурієнта.

У **другому розділі** створено математичну модель представлення вхідних даних результатів ЗНО та сесії студентів, а також визначено цільову функцію при оцінюванні ступеня оптимальності вагових коефіцієнтів.

У **третьому розділі** наведено результати розрахунку оптимальних вагових коефіцієнтів на різних підмножинах вхідних даних та наведено порівняння отриманих результатів.

У **висновках** наведено результати, отримані в ході виконання роботи та перспективи подальших досліджень у цьому напрямку.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, скорочень і термінів	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ЗНО ТА ЙОГО РОЛЬ У ВСТУПНІЙ КОМПАНІЇ ДО ЗВО.	7
1.1. Роль ЗНО в оцінюванні рівня знань учнів.	7
1.2. Аналіз даних результатів ЗНО та нормальний закон розподілу.	8
1.3. Поняття коефіцієнтів складових конкурсного балу абітурієнту.....	10
1.4. Висновки до розділу.	12
РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ	14
2.1. Представлення вхідних даних результатів ЗНО та сесії студентів.....	14
2.2. Визначення цільової функції при розрахунку вагових коефіцієнтів.	16
2.3. Табулювання цільової функції та її програмна реалізація.	18
2.4. Висновки до розділу.	21
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ТА АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	22
3.1. Виконання розрахунків на базі різних наборів вхідних даних	22
3.2. Порівняння отриманих результатів.....	23
3.3. Висновки до розділу	26
ВИСНОВКИ	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	28
ДОДАТОК А.	30
ДОДАТОК Б.	31

Перелік умовних позначень, символів, скорочень і термінів

ЗНО – зовнішнє незалежне оцінювання;

ЗВО – заклад вищої освіти;

УЦОЯО – український центр оцінювання якості освіти;

ВНЗ – вищий навчальний заклад;

PISA - програма міжнародного оцінювання учнів;

ПЗ – програмне забезпечення;

КБ – конкурсний бал.

ВСТУП

Система ЗНО в Україні створювалася та вдосконалювалася протягом багатьох років. Основне її завдання – забезпечити кожному громадянину рівні умови доступу до вищої освіти. Незалежне тестування дозволяє насамперед мінімізувати корупційні ризики. А це дає можливість розумним і талановитим дітям реалізувати свій потенціал у вишах (без хабарів і зв'язків). Крім того, тестування дозволяє об'єктивно оцінити рівень навчальних досягнень школярів. А ще – ЗНО неабияк полегшує процес вступу. Адже тепер не треба їхати до вишу, куди маєш бажання вступати, складати іспити, хвилюватися і нервувати. Проходиш тестування, отримуєш результати, обираєш навчальний заклад, береш участь у конкурсі й ось твоя мрія здійснилася – ти вже студент! Сьогодні в Україні неможливо стати студентом ЗВО, не пройшовши Зовнішнє незалежне оцінювання (для деяких спеціальностей також потрібно пройти творчі конкурси) [1].

Конкурсний бал абітурієнту складається із результатів ЗНО по декільком дисциплінам та середнього балу атестату. Кожна з цих складових має свій ваговий коефіцієнт, а отже, різний ступінь впливу на те, чи вступить абітурієнт до ЗВО, матиме можливість навчатись на бюджеті або на контракті. Дані коефіцієнти визначаються на розсуд ЗВО, та не завжди є коректними. Внаслідок цього, абітурієнтам, що мають здібності та потенціал до навчання на тій чи іншій спеціальності, може не вистачити місць, і навпаки, зараховані за конкурсом студенти відраховуються у подальшому за неуспішне навчання. Зважаючи на наведене вище, **тема роботи «Визначення оптимальних значень вагових коефіцієнтів складових конкурсного балу абітурієнту на базі результатів сесії студентів ЗВО» є актуальною.**

Наукова гіпотеза полягає у тому, що маючи дані щодо балів ЗНО та подальших результатів сесії студентів можна спробувати визначити оптимальні значення вагових коефіцієнтів складових конкурсного балу

абітурієнту, при яких фактичний рейтинг студентів по результатам сесії буде збігатися із рейтингом за конкурсним балом абітурієнта.

Об'єкт дослідження: зв'язок результатів ЗНО та сесії студентів ЗВО.

Предмет дослідження: визначення ступеню впливу окремих складових на загальний конкурсний бал абітурієнта.

Метою дослідження є виявлення ступеня впливу результатів кожного з предметів ЗНО на подальшу загальну успішність студентів та визначення на його основі вагових коефіцієнтів складових конкурсного балу абітурієнтів.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні задачі:

- Розглянути підходи оцінювання рівня знань учнів, та зокрема зовнішнє незалежне оцінювання, проаналізувати дані щодо результатів ЗНО, вивчити вплив коефіцієнтів складових при формуванні конкурсного балу абітурієнта;
- Створити математичну модель представлення вхідних даних результатів ЗНО та сесії студентів, визначити цільову функцію при оцінюванні ступеню оптимальності обраних вагових коефіцієнтів та реалізувати програмне забезпечення для табулювання цільової функції;
- Виконати розрахунок оптимальних вагових коефіцієнтів на різних підмножинах вхідних даних та порівняти отримані результати.

Структура роботи зумовлена метою та задачами дослідження та складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

РОЗДІЛ 1. ЗНО ТА ЙОГО РОЛЬ У ВСТУПНІЙ КОМПАНІЇ ДО ЗВО.

1.1. Роль ЗНО в оцінюванні рівня знань учнів.

Існують різні шляхи оцінювання рівня знань учнів, отриманих під час навчання в загальноосвітній школі. Серед них можна згадати проведення випускних іспитів, аналіз балу атестата про загальну середню освіту, наявність успішних виступів на олімпіадах, сертифікатів про участь у позакласних заходах, тощо. Серед іншого, окремо слід відмітити роль зовнішнього незалежного оцінювання.

Система ЗНО в Україні почала формуватися за підтримки міжнародних та громадських організацій. Позитивними наслідками її впровадження стало наближення української освіти до міжнародних, зокрема європейських, стандартів, зменшення корупції, можливість вступу до університету незалежно від матеріальних статків. Певна річ, що ЗНО має і певні недоліки, такі як: наявність помилок у завданнях, певна необ'єктивність, «можливість скласти тест, діючи “навмання”» та ін [2]. Але слід пам'ятати, що ЗНО — це лише інструмент оцінювання випускників для вступу до ЗВО (або ВНЗ). Він демонструє рівень знання шкільної програми і не призначений для вимірювання якості освіти.

З іншого боку, варто згадати про те, що якісна освіта передбачає не лише володіння знаннями, а й компетентностями. Це також можна і варто вимірювати. Компетентності учнів на основі погоджених на міжнародному рівні показників уже майже 20 років тестує програма міжнародного оцінювання учнів (PISA). У 2018 році до неї приєдналася й Україна.

PISA вимірює здатність використовувати здобуті у школі знання і вміння в умовах реального життя — тобто компетентності. У PISA для визначення цього поняття використовується термін «грамотність». Крім оцінки

предметних компетентностей, метою PISA також є визначення чинників, що впливають на рівень навчальних досягнень учнів у світі [3].

Виходячи із наведеного вище, PISA проводить більш глибокий аналіз щодо загальної грамотності та предметних компетенцій, що може бути використано для визначення загальних тенденцій щодо поточного рівня освіти і подальшого його розвитку в масштабах регіону. ЗНО у свою чергу, покликане виявити поточний рівень знань з певного предмету окремого учня, що отримав загальний середній рівень освіти, що є більш важливим при врахуванні під час вступу до закладів вищої освіти.

Основним критерієм щодо ефективності системи прийому до ЗВО має бути забезпечення належної якості підготовки абітурієнтів, які прийняті до навчання. Але для оцінки якості абітурієнтів, які були зараховані, наприклад, до факультету комп'ютерних наук ЧНУ ім.П.Могили за конкурсом, треба проводити додаткові дослідження щодо успішності навчання студентів першого, а можливо і інших курсів, та порівнювати отримані дані із результатами ЗНО з математики, української мови, іноземної мови та фізики.

1.2. Аналіз даних результатів ЗНО та нормальний закон розподілу.

Український центр оцінювання якості освіти (УЦОЯО) — це державна установа, яка здійснює зовнішнє незалежне оцінювання результатів навчання, здобутих на певному освітньому рівні, та проводить моніторингові дослідження якості освіти.

Зокрема, до сфери діяльності Українського центру оцінювання якості освіти належать підготовка та проведення зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО), результати якого випускники системи повної загальної середньої освіти подають під час вступу до закладів вищої освіти на навчання за освітнім ступенем «бакалавр» з 2006 року [4].

Результати з певного навчального предмета визначаються за рейтинговою шкалою 100-200 балів – для усіх учасників, які подолали поріг

«склав / не склав». Визначення тестового бала здійснюється на основі схем нарахування балів за виконання завдань сертифікаційної роботи, розроблених Українським центром для відповідного предмета, та схем оцінювання завдань відкритою формою з розгорнутою відповіддю [5].

Український центр оцінювання якості освіти пропонує сервіс, завдяки якому можна здійснювати аналіз результатів зовнішнього незалежного оцінювання з урахуванням різних показників. Цей сервіс може бути корисний тим, хто зацікавлений у проведенні самостійних досліджень результатів зовнішнього незалежного оцінювання. Також можна проаналізувати результати основної сесії зовнішнього незалежного оцінювання, скориставшись базою, яка містить деперсоніфіковані дані всіх учасників тестування [6]. Саме остання із наведених можливостей і була використана в рамках даної роботи.

Статистичний розподіл результатів ЗНО з певного навчального предмета може бути представлений із використанням нормального закону розподілу. Нормальний розподіл - дуже важливе поняття. Багато випадкові величини в природі мають нормальний розподіл [7]. Точна форма нормального розподілу (характерна "дзвоно-подібна крива") визначається тільки двома параметрами: середнім і стандартним відхиленням (рис. 1.1).

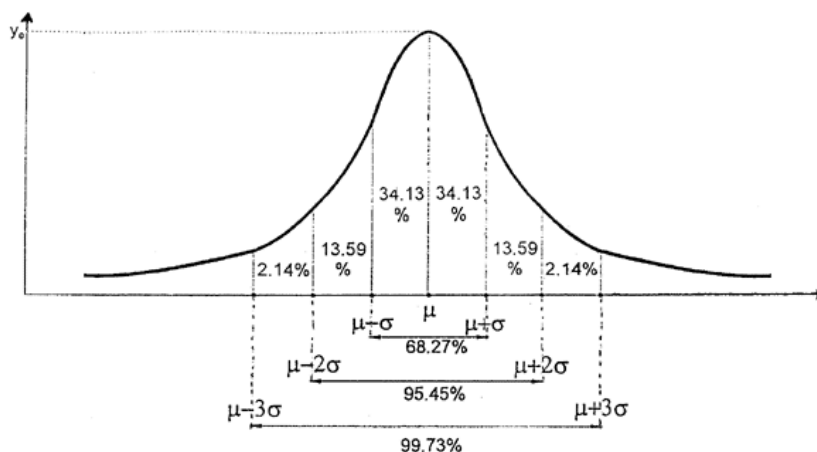


Рис. 1.1. Приклад нормального розподілу.

Властивість нормального розподілу полягає в тому, що 68% всіх його спостережень лежать в діапазоні ± 1 стандартне відхилення від середнього μ , а діапазон ± 2 стандартних відхилень містить 95% значень [8].

У рамках виконання роботи було завантажено на сайті українського центру оцінювання якості освіти дані щодо результатів основної сесії зовнішнього незалежного оцінювання 2019 року та вибрано звітні результати ЗНО з навчального предмета «математика», що були отримані учасниками тестування з м. Миколаєва Миколаївської області. Представивши результат у вигляді ступінчатого графіку (рис. 1.2), можемо переконатися у тому, що дана статистична вибірка підпадає під асиметричний нормальний закон розподілу із математичним сподіванням близько 16, або 117 балів, що є, нажаль, дуже низьким показником.

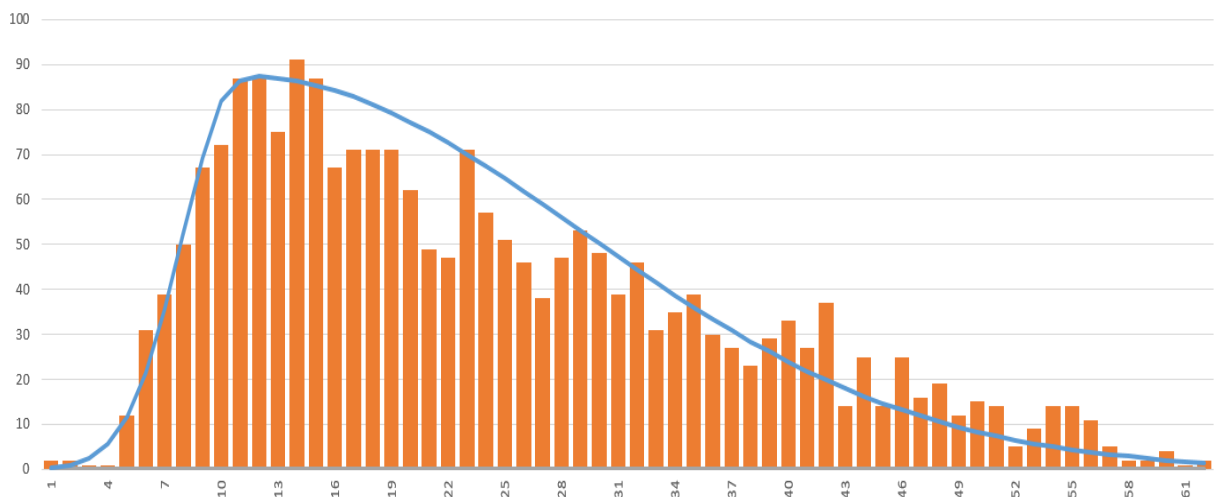


Рис. 1.2. Статистичний розподіл результатів ЗНО з математики у м. Миколаєві за 2019 рік.

1.3. Поняття коефіцієнтів складових конкурсного балу абітурієнту

Новацією Умов прийому на 2015 р. є запровадження вагових коефіцієнтів до кожного із складових конкурсного балу. Їхнє основне завдання – вказати на найважливіший з них і збільшити його вагу. Оскільки Умовами прийому тепер не визначають профільного предмету для вступу, це робити вуз, присвоюючи йому найвищий ваговий коефіцієнт. Сума коефіцієнтів має

дорівнювати одиниці. Діапазон коефіцієнтів визначений у ЗУ «Про вищу освіту»: результат кожного предмету ЗНО має становити не менш як 20 відсотків конкурсного бала, вага атестата – від 0 до 10 відсотків конкурсного балу [9].

Для вступу на перший курс для здобуття ступеня бакалавра на основі повної загальної середньої освіти конкурсний бал (КБ) обчислюється за такою формулою (1.1):

$$\text{КБ} = \text{К1} * \text{П1} + \text{К2} * \text{П2} + \text{К3} * \text{П3} + \text{К4} * \text{А} + \text{К5} * \text{ОУ}; \quad (1.1)$$

де П1, П2 – оцінки зовнішнього незалежного оцінювання або вступних іспитів з першого та другого предметів;

П3 – оцінка зовнішнього незалежного оцінювання, вступного іспиту з третього предмета або творчого конкурсу (за шкалою 100-200);

А – середній бал документа про повну загальну середню освіту, переведений у шкалу від 100 до 200 балів відповідно до таблиці переведення середнього балу документа про повну загальну середню освіту, обчисленого за 12-бальною шкалою, в шкалу 100–200 (додаток А);

ОУ – бал за успішне закінчення у рік вступу підготовчих курсів закладу вищої освіти для вступу до нього за шкалою від 100 до 200 балів при вступі на спеціальності (спеціалізації), зазначені в Переліку спеціальностей, яким надається особлива підтримка

Невід’ємні вагові коефіцієнти К1, К2, К3, К4, К5 встановлюються ЧНУ імені Петра Могили з точністю до 0,01: К1, К2, К3 встановлюються на рівні не менше 0,2 кожний; у разі проведення творчого конкурсу К3 не повинен перевищувати 0,25; К4 не може перевищувати 0,1; К5 не може перевищувати 0,05. Сума коефіцієнтів К1, К2, К3, К4, К5 для кожної конкурсної пропозиції має дорівнювати 1 [10].

У якості прикладу, у додатку 2 наведені значення вагових коефіцієнтів К1, К2, К3, К4, К5 для вступу на факультет комп’ютерних наук ЧНУ ім. П. Могили.

Далі проілюструємо, як саме встановлення різних коефіцієнтів може вплинути на значення конкурсного балу та рейтингове місце абітурієнта у вступному списку. Для цього проведемо розрахунок конкурсного балу для перших 10 абітурієнтів, що вступали у 2019 році на спеціальність «інженерія програмного забезпечення» за двома варіантами. 1-й варіант за фактичними значеннями коефіцієнтів: математика – 0,2, українська мова – 0,5, фізика або іноземна мова – 0,2 та середній бал атестату – 0,1. Також розрахуємо значення конкурсного балу за другим варіантом, змінивши місцями коефіцієнти для математики та української мови, та встановивши: математика – 0,5, українська мова – 0,2, фізика або іноземна мова – 0,2 та середній бал атестату – 0,1.

Отримані результати наведемо у порівняльній таблиці (табл. 1), у якій також наведемо колонку «різниця у рейтингу», що показуватиме, на скільки місць могло б змінитися положення абітурієнта у рейтингу.

Таблиця 1. Порівняльний аналіз двох варіантів розрахунку конкурсного балу абітурієнтів при різних значеннях вагових коефіцієнтів.

Прізвище	Варіант розрахунку 1		Варіант розрахунку 2		Різниця у рейтингу
	конкурсний бал	Місце за рейтингом	конкурсний бал	Місце за рейтингом	
Афонін Ю. С.	199,68	1	199,06	1	
Біба Є. В.	195,62	2	195	2	
Бектін К. О.	195,21	3	194,9	3	
Чернигін Г. Л.	194,58	4	189,28	8	-4
Сігєєв О. С.	194,17	5	193,54	5	
Банков Б. А.	192,92	6	194,48	4	+2
Колесніков М. О.	190,2	7	193,38	6	+1
Ткач Д. І.	189,7	8	186,58	11	-3
Пешкова К. М.	189,28	9	189,59	7	+2
Шкіль Р. І.	188,61	10	187,97	9	+1

1.4. Висновки до розділу.

Конкурсний бал абітурієнта складається із результатів ЗНО по декільком предметам та середнього балу атестату. Кожна з цих складових має свій

ваговий коефіцієнт, а отже, різний ступінь впливу на те, чи вступить абітурієнт до ЗВО, матиме можливість навчатись на бюджеті або на контракті. Дані коефіцієнти визначаються ЗВО, та не завжди є коректними. Внаслідок цього, абітурієнтам, що мають здібності та потенціал до навчання на тій чи іншій спеціальності, може не вистачити місць, і навпаки, зараховані за конкурсом студенти відраховуються у подальшому за неуспішне навчання.

Маючи дані щодо балів ЗНО та подальших результатів сесії студентів можна визначити оптимальні значення вагових коефіцієнтів складових конкурсного балу абітурієнту, при яких рейтинг абітурієнтів за конкурсним балом буде максимально відповідати майбутньому рейтингу студентів по результатам сесії.

РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ

2.1. Представлення вхідних даних результатів ЗНО та сесії студентів.

Крім результатів ЗНО, з якими майбутній студент вступає до ЗВО, після проходження певного періоду навчання у розпорядженні закладу вищої освіти також є інформація про результати сесії цих студентів. Дані результати складаються із балів з предметів, що склалися студентами протягом однієї чи декількох сесій.

На базі цих даних також розраховується загальний рейтинг студенту на спеціальності, за якою він навчається. Даний рейтинг є індикатором успішності навчання студенту та загального рівня засвоєння пройденого матеріалу. Безперечно, рівень засвоєння матеріалу студентами напряму залежить від того базового рівня знань, з яким студенти розпочинають своє навчання у ЗВО, тобто від того показнику, який відображений у загальному конкурсному балі абітурієнта та складається із результатів ЗНО з окремих предметів помножених на відповідні вагові коефіцієнти.

При розрахунку рейтингу студента за результатами сесії окрім безпосередньо балів з дисципліни (за 100 бальною шкалою) приймають участь також вагові коефіцієнти дисциплін. Вагові коефіцієнти дисциплін напряму залежать від обсягу дисципліни у кредитах. Так, наприклад, якщо протягом семестру викладалося 2 дисципліни, на дисципліну 1 було виділено 2 кредити та отримано 85 балів, а на дисципліну 2 було виділено 3 кредити та отримано 92 бали, то рейтинг буде розраховуватись наступним чином (2.1):

$$\begin{aligned} \text{Рейтинг} &= (\text{Бал}_1 * \text{Кред}_1 + \text{Бал}_2 * \text{Кред}_2) / (\text{Кред}_1 + \text{Кред}_2) = \\ &= (85 * 2 + 92 * 3) / (2 + 3) = 89,2 \text{ бали} \end{aligned} \quad (2.1)$$

У загальному вигляді формула розрахунку рейтингу студента за результатами сесії має наступний вигляд (2.2):

$$\text{Рейтинг} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Бал}_i * \text{Кред}_i}{\sum_{i=1}^n \text{Кред}_i} \quad (2.2),$$

де n – кількість дисциплін, що викладалися протягом семестру,

Бал_i – кількість балів з i -ї дисципліни,

Кред_i – кількість кредитів i -ї дисципліни.

Якщо маємо m студентів, то результати їх сесії можна представити у вигляді наступної множини (2.3):

$$\text{Рез} = \{ \text{Рез}_1, \text{Рез}_2, \dots, \text{Рез}_j, \dots, \text{Рез}_m \} \quad (2.3),$$

де Рез_j – результати сесії j -го студента, які складаються з пари значень $\{ \text{Рейтинг}_j, \text{База}_j \}$, при чому перше значення може бути розраховано на основі другого за формулою (2.2), а База_j є множиною отриманих балів j -м студентом з усіх дисциплін (2.4):

$$\text{База}_j = \{ \text{Бал}_{j1}, \text{Бал}_{j2}, \dots, \text{Бал}_{ji}, \dots, \text{Бал}_{jn} \} \quad (2.4),$$

де Бал_{ji} – бали j -го студента з i -ї дисципліни.

У свою чергу конкурсні бали цих студентів при вступі до закладу вищої освіти можуть бути представлені, як наступна множина (2.5):

$$\text{КБ} = \{ \text{КБ}_1, \text{КБ}_2, \dots, \text{КБ}_j, \dots, \text{КБ}_m \} \quad (2.3),$$

де КБ_j – конкурсний бал j -го студента, що у свою чергу розраховується за формулою (2.4):

$$\text{КБ}_j = \left(\sum_{k=1}^p \text{РезЗНО}_k * \text{коэф}_k + \text{Атест}_{200} * \text{коэф}_{\text{атест}} \right) * \text{РК} + \text{ДодБал} \quad (2.4),$$

де p – кількість предметів, з яких здається ЗНО,

РезЗНО_k – результат з k -го предмету,

коэф_k – ваговий коефіцієнт k -го предмету,

Атест_{200} – бал атестату за 200 бальною шкалою,

$\text{коэф}_{\text{атест}}$ – коефіцієнт середнього балу атестату,

РК – регіональний коефіцієнт,

ДодБал - додаткові бали за участь в олімпіадах та ін. заходах.

Як уже зазначалося, для переведення середнього балу атестату із 12 бальної у 200 бальну шкалу може бути використана таблиця, наведена у додатку А. Якщо дану таблицю представити у вигляді математичного закону, він матиме наступний вигляд (2.5):

$$\text{Атест}_{200} = \begin{cases} 0, & \text{Атест}_{12} < 1 \\ 100, & 1 \leq \text{Атест}_{12} \leq 2 \\ 100 + (\text{Атест}_{12} - 2) * 10, & \text{Атест}_{12} > 2 \end{cases} \quad (2.5).$$

2.2. Визначення цільової функції при розрахунку вагових коефіцієнтів.

Дане дослідження має на меті максимально наблизити рейтинг студентів за значенням конкурсного балу до рейтингу студентів за результатами їх сесії.

Тобто, з одного боку, для j -го студенту маємо формулу для розрахунку конкурсного балу при вступі до ЗВО (2.4). З іншого боку, для нього ж маємо формулу для розрахунку рейтингу за результатами сесії (2.2). Виходячи з того, що в ідеалі рейтинг за результатами сесії має відповідати конкурсному балу при вступі, тобто $\text{Рейтинг}_j = \text{КБ}_j$, маємо наступне рівняння (2.6):

$$\frac{\sum_{i=1}^n \text{Бал}_{ji} * \text{Кред}_i}{\sum_{i=1}^n \text{Кред}_i} = (\sum_{k=1}^p \text{РезЗНО}_{jk} * \text{коэф}_{k+\text{тест}_{200j}} * \text{коэф}_{\text{атест}}) * \text{РК} + \text{ДодБал}_j \quad (2.6)$$

У даному рівнянні відомі результати ЗНО РезЗНО_k , регіональний коефіцієнт РК , додаткові бали ДодБал , бали з дисциплін за результатами сесії Бал_{ji} та кількість кредитів Кред_i . Бал атестату за 200-бальною шкалою може бути розраховано за формулою (2.5).

Отже, невідомими у даній задачі залишаються вагові коефіцієнти предметів ЗНО коэф_k та коефіцієнт середнього балу атестату $\text{коэф}_{\text{атест}}$.

Враховуючи наявність результатів сесії та ЗНО для m студентів, маємо систему з m рівнянь (2.7):

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sum_{i=1}^n \text{Бал}_{1i} * \text{Кред}_i}{\sum_{i=1}^n \text{Кред}_i} = (\sum_{k=1}^p \text{РезЗНО}_{1k} * \text{коэф}_k + \text{Атест}_{2001} * \text{коэф}_{\text{атест}}) * \text{РК} + \text{ДодБал}_1 \\ \frac{\sum_{i=1}^n \text{Бал}_{2i} * \text{Кред}_i}{\sum_{i=1}^n \text{Кред}_i} = (\sum_{k=1}^p \text{РезЗНО}_{2k} * \text{коэф}_k + \text{Атест}_{2002} * \text{коэф}_{\text{атест}}) * \text{РК} + \text{ДодБал}_2 \\ \dots \\ \frac{\sum_{i=1}^n \text{Бал}_{ji} * \text{Кред}_i}{\sum_{i=1}^n \text{Кред}_i} = (\sum_{k=1}^p \text{РезЗНО}_{jk} * \text{коэф}_k + \text{Атест}_{200j} * \text{коэф}_{\text{атест}}) * \text{РК} + \text{ДодБал}_j \\ \dots \\ \frac{\sum_{i=1}^n \text{Бал}_{mi} * \text{Кред}_i}{\sum_{i=1}^n \text{Кред}_i} = (\sum_{k=1}^p \text{РезЗНО}_{mk} * \text{коэф}_k + \text{Атест}_{200m} * \text{коэф}_{\text{атест}}) * \text{РК} + \text{ДодБал}_m \end{array} \right. \quad (2.7)$$

Слід зауважити, що дана система не завжди матиме рішення, аналогічно до того, що декілька прямих не завжди перетинаються в одній точці. Для нашого випадку це означає, що не існуватиме таких вагових коефіцієнтів, при яких значення конкурсного балу для всіх студентів строго співпадатиме із значенням рейтингового балу за результатами сесії. Тому, рівність (2.6) може бути доповнена дельтою, тобто різницею між перерахованим конкурсним балом та рейтинговим (2.8):

$$\frac{\sum_{i=1}^n \text{Бал}_{ji} * \text{Кред}_i}{\sum_{i=1}^n \text{Кред}_i} - (\sum_{k=1}^p \text{РезЗНО}_{jk} * \text{коэф}_k + \text{Атест}_{200j} * \text{коэф}_{\text{атест}}) * \text{РК} - \text{ДодБал}_j = \Delta_j \quad (2.8)$$

Виходячи з наведених змін, система (2.7) змінюється на наступну (2.9):

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sum_{i=1}^n \text{Бал}_{1i} * \text{Кред}_i}{\sum_{i=1}^n \text{Кред}_i} - (\sum_{k=1}^p \text{РезЗНО}_{1k} * \text{коэф}_k + \text{Атест}_{2001} * \text{коэф}_{\text{атест}}) * \text{РК} - \text{ДодБал}_1 = \Delta_1 \\ \frac{\sum_{i=1}^n \text{Бал}_{2i} * \text{Кред}_i}{\sum_{i=1}^n \text{Кред}_i} - (\sum_{k=1}^p \text{РезЗНО}_{2k} * \text{коэф}_k + \text{Атест}_{2002} * \text{коэф}_{\text{атест}}) * \text{РК} - \text{ДодБал}_2 = \Delta_2 \\ \dots \\ \frac{\sum_{i=1}^n \text{Бал}_{ji} * \text{Кред}_i}{\sum_{i=1}^n \text{Кред}_i} - (\sum_{k=1}^p \text{РезЗНО}_{jk} * \text{коэф}_k + \text{Атест}_{200j} * \text{коэф}_{\text{атест}}) * \text{РК} - \text{ДодБал}_j = \Delta_j \\ \dots \\ \frac{\sum_{i=1}^n \text{Бал}_{mi} * \text{Кред}_i}{\sum_{i=1}^n \text{Кред}_i} - (\sum_{k=1}^p \text{РезЗНО}_{mk} * \text{коэф}_k + \text{Атест}_{200m} * \text{коэф}_{\text{атест}}) * \text{РК} - \text{ДодБал}_m = \Delta_m \end{array} \right. \quad (2.9)$$

Критерієм оптимальності при підборі вагових коефіцієнтів буде виступати мінімізація сумарного відхилення між значеннями рейтингового балу сесії та конкурсного балу по всім студентам. Відповідно до цього, цільова функція системи рівнянь (2.9) може бути представлена наступним чином (2.10):

$$f = \sum_{j=1}^m |\Delta_j| \rightarrow 0 \quad (2.10)$$

Після знаходження значень оптимальних вагових коефіцієнтів може виявитись, що їх сума буде відрізнятись від одиниці. Це пояснюється тим фактом, що результати ЗНО представлені у 200 бальній шкалі, а результати сесії с 100 бальній. Але для нас передусім важливі не абсолютні значення коефіцієнтів, а пропорція їх співвідношення між собою. А для отримання остаточних розрахункових значень може бути виконано їх нормування шляхом помноження на відповідний коефіцієнт, який може бути розраховано за формулою (2.11).

$$\text{Коеф}_{\text{норм}} = \frac{1}{\sum_{k=1}^p \text{коэф}_k + \text{коэф}_{\text{атест}}} \quad (2.11)$$

Остаточне значення вагового коефіцієнту розраховуємо за формулою (2.12):

$$\text{Коеф}_{\text{final } k} = \text{коэф}_k * \text{коэф}_{\text{норм}} \quad (2.12)$$

2.3. Табулювання цільової функції та її програмна реалізація.

Табулювання функції — це обчислення значень функції при зміненні аргументу від деякого початкового значення до деякого кінцевого значення з певним кроком. Саме так складають таблиці значень функцій, звідси й назва — табулювання. Необхідність в табулюванні виникає при розв'язуванні широкого кола задач. Наприклад, при чисельному розв'язуванні нелінійних рівнянь $f(x) = 0$, методом табулювання можна відокремити (локалізувати) корені рівняння, тобто знайти такі відрізки, на кінцях яких функція має різні знаки. За допомогою табулювання можна знайти мінімум чи максимум функції. Іноді трапляється так, що функція не має аналітичного подання, а її значення отримуються в результаті обчислень, що часто буває при комп'ютерному моделюванні різних процесів. Якщо така функція буде використовуватися в подальших розрахунках, то часто роблять так: обчислюють значення функції в потрібному інтервалі змінення аргументу, тобто складають таблицю (табулюють), а після того за цією таблицею будують яким-небудь способом

іншу функцію, задану аналітичним виразом (формулою). Необхідність у табулюванні виникає також при побудові графіків функцій на екрані комп'ютера [11].

Іншими словами, табуляція функції означає створення таблиці, в якій для кожного значення аргументу обчислено відповідне значення функції [12].

Розглянемо невеликий приклад, визначимо мінімальне значення функції $f(x) = x^2 - x - 5$ на інтервалі значень x від -3 до 4 . Для початку виконаємо табулювання функції двома способами - із кроком $0,5$ та 1 відповідно. Результати наведено у табл. 2.1 та 2.2. Визначене за першим способом (із кроком $0,5$) мінімальне значення – $f(x) = -5,25$. Для його визначення знадобиться виконати 14 ітерацій розрахунку значення функції $f(x)$.

Табл. 2.1. Табулювання функції $f(x) = x^2 - x - 5$ на інтервалі $[-3; 4]$ із кроком 1 .

№ ітерації	x	f(x)	№ ітерації	x	f(x)
1	-3	7	8	1	-5
2	-2,5	3,75	9	1,5	-4,25
3	-2	1	10	2	-3
4	-1,5	-1,25	11	2,5	-1,25
5	-1	-3	12	3	1
6	-0,5	-4,25	13	3,5	3,75
7	0	-5	14	4	7
8	0,5	-5,25			

При табулюванні із кроком 1 мінімальне значення – $f(x) = -5$, тобто результат є неточним. Але для його визначення знадобилося 8 розрахункових ітерацій замість 14 .

Табл. 2.2. Табулювання функції $f(x) = x^2 - x - 5$ на інтервалі $[-3; 4]$ із кроком $0,5$.

№ ітерації	x	f(x)
1	-3	7
2	-2	1
3	-1	-3
4	0	-5
5	1	-5
6	2	-3
7	3	1

8	4	7
---	---	---

Збільшення кількості вхідних параметрів значно збільшує кількість розрахункових ітерацій. Так, наприклад, якщо у нас буде наприклад 3 вхідні параметри, кожен з яких потребує 14 ітерацій, загальна кількість ітерацій буде $14 \cdot 14 \cdot 14 = 2744$. Отже, визначення оптимального кроку для вхідних параметрів при табулюванні функції є дуже важливим, оскільки з одного боку дуже маленький крок приведе до необхідності проведення великої кількості розрахунків, а занадто великий крок призведе до збільшення значення похибки отриманого результату.

При визначенні кроку для рішення задачі визначення оптимальних вагових коефіцієнтів рішення було обумовлено необхідною точністю самих коефіцієнтів, а саме – 0,05. Відповідно крок для табулювання функції був обраний саме таким. Враховуючи наявність 4-х вхідних параметрів (вагові коефіцієнти для 3-х предметів та середнього балу атестата), діапазон значень для кожного з них від 0 до 1 та крок 0,05, маємо $21^4 = 194\,481$ розрахункова ітерація для вирішення даної задачі. Провести таку кількість розрахунків вручну для системи, що складається з m -рівнянь займе досить довгий проміжок часу, тому було прийнято рішення реалізувати програму для виконання табулювання цільової функції та визначення її мінімального значення. Нижче, на рис. 2.1. наведено блок-схему алгоритму для реалізації програми табулювання цільової функції.

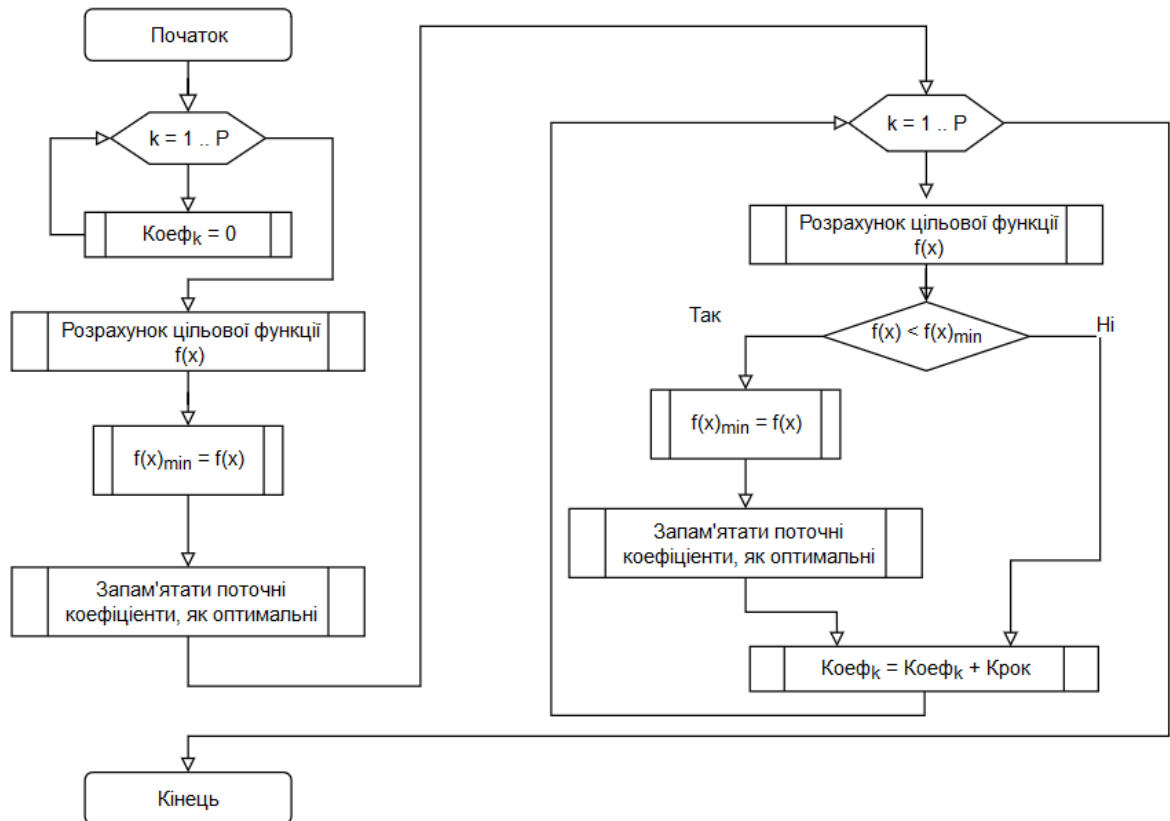


Рис. 2.1. Блок схема програми пошуку мінімального значення цільової функції.

2.4. Висновки до розділу.

У ході роботи над створенням математичної моделі було представлено вхідні дані у вигляді множин результатів сесії та ЗНО. Було складено систему з m -рівнянь, де m - кількість студентів, результати яких приймають участь в аналізі. Виходячи із неможливості підбору коефіцієнтів для точної відповідності конкурсного балу результатам сесії введено поняття відхилення від еталонного значення та визначено цільову функцію, для якої необхідно визначити мінімальне значення. Для розв'язання задачі запропоновано використати метод табулювання цільової функції та складено алгоритм програми, який представлено у вигляді блок-схеми.

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ТА АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1. Виконання розрахунків на базі різних наборів вхідних даних

На базі моделі даних, цільової функції та блок-схеми алгоритму, наведених у розділі 2, було реалізовано програмне забезпечення для визначення мінімуму цільової функції із використанням методу її табулювання.

У якості вхідних даних було взято результати ЗНО, а також заліків та іспитів студентів факультету комп'ютерних наук трьох різних спеціальностей (комп'ютерні науки, комп'ютерна інженерія та інженерія програмного забезпечення) за декілька років навчання (2017-2019).

Об'єднання всіх доступних вхідних даних, або роз'єднання їх на різні підмножини може дати різні результати вагових коефіцієнтів на виході. Відповідно до цього було прийнято рішення виконати декілька розрахунків паралельно, опираючись при цьому на різні типи зрізів вхідних даних.

Так, наприклад, при отриманні середнього рейтингового балу студентів можна враховувати лише результати першої сесії, або результати всього першого року, або ж, взагалі всього періоду навчання. Так само, аналіз можна проводити по всьому факультету (якщо припустити, що значення вагових коефіцієнтів мають співпадати для всіх спеціальностей), або по кожній спеціальності окремо. Також можна провести аналіз окремо по кожному року вступу (хоча, скоріше за все, у даному випадку отримані результати не повинні істотно відрізнятися).

Нижче, у табл. 3.1 наведено повний перелік запропонованих зрізів даних при проведенні аналізу.

Табл. 3.1. Перелік зрізів вхідних даних.

Роки вступу	Результати сесії	Спеціальності
2017	1 семестр	Комп'ютерні науки

Роки вступу	Результати сесії	Спеціальності
2019	1 семестр	Комп'ютерні науки

2017	1 семестр	Комп'ютерна інженерія	2019	1 семестр	Комп'ютерна інженерія
2017	1 семестр	Всі разом	2019	1 семестр	Всі разом
2017	1 рік	Комп'ютерні науки	2019	1 рік	Комп'ютерні науки
2017	1 рік	Комп'ютерна інженерія	2019	1 рік	Комп'ютерна інженерія
2017	1 рік	Всі разом	2019	1 рік	Всі разом
2017	Всі разом	Комп'ютерні науки	2019	Всі разом	Комп'ютерні науки
2017	Всі разом	Комп'ютерна інженерія	2019	Всі разом	Комп'ютерна інженерія
2017	Всі разом	Всі разом	2019	Всі разом	Всі разом
2018	1 семестр	Комп'ютерні науки	Всі	1 семестр	Комп'ютерні науки
2018	1 семестр	Комп'ютерна інженерія	Всі	1 семестр	Комп'ютерна інженерія
2018	1 семестр	Всі разом	Всі	1 семестр	Всі разом
2018	1 рік	Комп'ютерні науки	Всі	1 рік	Комп'ютерні науки
2018	1 рік	Комп'ютерна інженерія	Всі	1 рік	Комп'ютерна інженерія
2018	1 рік	Всі разом	Всі	1 рік	Всі разом
2018	Всі разом	Комп'ютерні науки	Всі	Всі разом	Комп'ютерні науки
2018	Всі разом	Комп'ютерна інженерія	Всі	Всі разом	Комп'ютерна інженерія
2018	Всі разом	Всі разом	Всі	Всі разом	Всі разом

3.2. Порівняння отриманих результатів

На першому етапі виконання розрахунків здійснюємо табулювання функції, що розраховує конкурсний бал абітурієнта для всіх можливих значень вагових коефіцієнтів предметів та середнього балу атестату. Як вже було зазначено вище, враховуючи кількість можливих значень кожного коефіцієнту 21 (від 0.05 до 1 із кроком 0.05), кількість коефіцієнтів 4, та кількість студентів, дані по результатам ЗНО та сесії яких доступні для аналізу 379, результуюча матриця із розрахованими значеннями конкурсних балів буде містити $21^4 * 379 = 73\,708\,299$ елементів. Саме тому для проведення розрахунків було реалізовано ПЗ, блок схему алгоритму якого було наведено на рис. 2.1. Фрагмент отриманої таблиці із даними наведено у табл. 3.2. Звернімо увагу, що значення коефіцієнтів наведені після виконання їх нормування за формулами (2.11-2.12).

Табл. 3.2. Фрагмент таблиці із результатами табулювання функції розрахунку конкурсного балу при різних значеннях вагових коефіцієнтів.

Студент	Вагові коефієнти				
	Математика	Укр.мова	Третій предмет	Атестат	Конкурсний бал
Борович С. С.	0,07	0,07	0,57	0,29	108,42
Борович С. С.	0,06	0,06	0,50	0,38	127,14
Борович С. С.	0,05	0,05	0,42	0,47	155,22
Шкіль Р. І.	0,15	0,46	0,31	0,08	121,51
Шкіль Р. І.	0,14	0,43	0,29	0,14	131,86
Шкіль Р. І.	0,13	0,40	0,27	0,20	142,20
Ожаренков Г. О.	0,50	0,30	0,10	0,10	167,75
Ожаренков Г. О.	0,47	0,28	0,10	0,14	176,80
Ожаренков Г. О.	0,46	0,27	0,09	0,18	185,85
Швець І. М.	0,27	0,50	0,18	0,05	177,42
Швець І. М.	0,26	0,48	0,17	0,09	186,32
Швець І. М.	0,25	0,46	0,17	0,12	195,21

Наступний крок – поєднання даної таблиці із зрізом із таблиці результатів сесії, відповідно до обраного типу аналізу (див. табл. 3.1). Приклад фрагменту даних для зрізу по спеціальності «інженерія програмного забезпечення», що враховує результати першої сесії, наведено у табл. 3.3.

Табл. 3.3. Фрагмент зрізу вхідних даних щодо результатів сесії за спеціальністю «інженерія програмного забезпечення», що враховує результати першої сесії.

Студент	Рейтинговий бал
Архіпов Д. В.	68,9
Афонін Ю. С.	96,87
Балев Д. В.	86,97
Бевз К. В.	67,5
Беззуб Є. С.	74,31
Безкровний Д. О.	90,79
Береза Є. В.	86,1

Далі виконується розрахунок середнього значення відхилення конкурсного балу від результатів сесії для всіх студентів обраного зрізу по кожній комбінації вагових коефіцієнтів окремо, впорядковуємо їх за спаданням значення відхилення, та обираємо перших декілька рядків – тобто найкращі результати із мінімальними значеннями відхилення від еталонних значень.

Далі у табл. 3.4 наведемо результати, отримані для спеціальності «інженерія програмного забезпечення» на основі результатів лише першої сесії, у табл. 3.5 – результати для цієї ж спеціальності, але вже враховуючи всі наявні результати сесій.

Табл. 3.4. Результати для спеціальності «інженерія програмного забезпечення», перша сесія.

Вагові коефіцієнти				Значення цільової функції (відхилення)
Математика	Укр.мова	3-й предмет	Атестат	
0,3	0,2	0,2	0,3	0,0460
0,2	0,5	0,2	0,1	0,0693
0,3	0,3	0,2	0,2	0,1042
0,2	0,1	0,4	0,3	0,1135
0,5	0,1	0,1	0,3	0,1288

Табл. 3.5. Результати для спеціальності «інженерія програмного забезпечення», всі сесії.

Вагові коефіцієнти				Значення цільової функції (відхилення)
Математика	Укр.мова	3-й предмет	Атестат	
0,5	0,2	0,2	0,1	0,0054
0,2	0,2	0,4	0,2	0,0207
0,3	0,2	0,3	0,2	0,0620
0,4	0,2	0,2	0,1	0,0882
0,2	0,1	0,5	0,2	0,1295

Також у табл. 3.6 та 3.7 наведемо результати, що враховують першу та всі наявні сесії відповідно, але тепер уже для всіх трьох наявних спеціальностей - «інженерія програмного забезпечення», «комп'ютерні науки» та «комп'ютерна інженерія».

Табл. 3.4. Результати, незалежно від спеціальності, перша сесія.

Вагові коефіцієнти				Значення цільової функції (відхилення)
Математика	Укр.мова	3-й предмет	Атестат	
0,2	0,1	0,6	0,1	0,0046
0,3	0,1	0,5	0,1	0,2717

0,2	0,1	0,6	0,1	0,2808
0,1	0,2	0,6	0,1	0,4284
0,4	0,1	0,4	0,1	0,5479

Табл. 3.5. Результати, незалежно від спеціальності, всі сесії.

Вагові коефіцієнти				Значення цільової функції (відхилення)
Математика	Укр. мова	3-й предмет	Атестат	
0,2	0,2	0,5	0,1	0,0419
0,4	0,1	0,4	0,1	0,0777
0,3	0,1	0,5	0,1	0,1985
0,3	0,2	0,4	0,1	0,2344
0,5	0,1	0,3	0,1	0,3539

3.3. Висновки до розділу

У третьому розділі були висвітлені питання етапів представлення даних та виконання необхідних розрахунків для визначення оптимальних вагових коефіцієнтів при розрахунку конкурсного балу абітурієнту. Також було зазначено, що на базі множини вхідних даних можуть бути виділені підмножини даних шляхом виконання відповідних зрізів: за спеціальністю, роком вступу або номером сесії студента. Наприкінці наведені результати виконаного аналізу для декількох зрізів даних.

З отриманих результатів можна зробити висновок про відсутність ярко вираженого впливу якогось з предметів при вступі на спеціальність "інженерії програмного забезпечення" на результати першої сесії. У той же час, якщо аналізувати весь період навчання, то здібності до математики та дисципліни за вибором мають дещо вищий вплив у порівнянні з українською мовою та середнім балом атестату.

Результати аналізу, проведені по факультету комп'ютерних наук в цілому показують стабільний рівень для середнього балу атестату на рівні 0,1, та української мови на рівні 0,1-0,2. Сумарний рівень коефіцієнтів для математики та вибіркового предмету - близько 0,8.

ВИСНОВКИ

У ході ознайомлення з предметною областю було проаналізовано плюси та мінуси ЗНО, та його роль в оцінюванні рівня знань учнів та зокрема при вступі до закладів вищої освіти. Було вивчено аспекти формування загального конкурсного балу абітурієнта, що складається із результатів ЗНО по декільком предметам та середнього балу атестату, домножених на відповідні вагові коефіцієнти. Значення цих коефіцієнтів може бути змінено на розсуд ЗВО, а отже їх оптимальне визначення допоможе у проведенні якісного відбору абітурієнтів при вступі до ЗВО.

У ході роботи над другим розділом створено математичну модель представлення вхідних даних, та визначено цільову функцію, мінімальне значення якої досягається при найоптимальніших значеннях вагових коефіцієнтів складових конкурсного балу абітурієнта. Для розв'язання задачі запропоновано використати метод табулювання цільової функції та складено алгоритм програми, який представлено у вигляді блок-схеми.

Отримані результати дозволяють виділити зміщення пріоритетів вагових коефіцієнтів складових конкурсного балу у бік математики та вибіркової дисципліни, особливо при складанні заліків та іспитів профільних дисциплін при навчанні на більш пізніх курсах. Дані результати можуть свідчити про доцільність рекомендувати ЗВО збільшувати вагові коефіцієнти цих предметів при вступі за рахунок української мови та середнього балу атестату.

При цьому, необхідно зазначити, що одним із недоліків при проведенні дослідження була велика кількість комбінацій вхідних даних та необхідність проведення великої кількості розрахункових ітерацій (~ 70 млн.), що при збільшенні кількості вхідних параметрів або зменшенні кроку ітерації може привести до неможливості вирішення задачі наведеним способом. Тому серед перспектив подальшого розвитку даного напрямку дослідження автор вбачає застосування методів факторного аналізу та лінійного програмування.

Список використаних джерел

1. Що таке ЗНО? Важлива інформація, яка допоможе тобі краще зрозуміти, що таке ЗНО та навіщо воно потрібне. - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://naurok.ua/student/blog/scho-take-zno>.
2. Аналоги ЗНО у країнах "Великої сімки". - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://buki.com.ua/blogs/analohy-zno-u-krayinakh-velykoji-simky/>.
3. Загальна інформація про PISA. Популярні запитання. - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://pisa.testportal.gov.ua/populyarni-zapytannya/>.
4. Про Український центр оцінювання якості знань. - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://testportal.gov.ua/pro-utsoyao/>.
5. Український центр оцінювання якості знань. Загальна інформація. - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://testportal.gov.ua/zagalna-informatsiya-zno/>.
6. OpenData. Статистичні дані основної сесії ЗНО. - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zno.testportal.com.ua/opendata>.
7. Гмурман В. Е. «Теория вероятностей и математическая статистика.» М.: Физматлит, 2002. - 224 с.
8. Некоторые основные положения математической статистики. - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://studfile.net/preview/4430508/page:2/>.
9. Абітурієнт-2015: доведеться вчити правила поступання. - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://provse.te.ua/2015/08/abiturijent-2015-dovedetsya-vchyty-pravyly-postupannya/>.
10. Правила прийому на навчання до Чорноморського національного університету імені Петра Могили у 2020 році. - [Електронний ресурс]. - Режим доступу:

https://drive.google.com/drive/folders/1eumYzf_iHwjFwo3Wh_VGr7FzKF09sEnR

11. Табулювання функції. - [Електронний ресурс]. - Режим доступу:
[https://uk.wikipedia.org/wiki/ Табулювання_функції](https://uk.wikipedia.org/wiki/Табулювання_функції)
12. Табулювання функцій. - [Електронний ресурс]. - Режим доступу:
https://informkon.at.ua/praktika/Excel/tabuljuvannja_funkcij.pdf.

ДОДАТОК А.

ТАБЛИЦЯ

переведення середнього бала документа про повну загальну середню освіту, обчисленого за 12-бальною шкалою, в шкалу 100 – 200

Бал атестату	Бал ЗНО
2	100
2,1	101
2,2	102
2,3	103
2,4	104
2,5	105
2,6	106
2,7	107
2,8	108
2,9	109
3	110
3,1	111
3,2	112
3,3	113
3,4	114
3,5	115
3,6	116
3,7	117
3,8	118
3,9	119
4	120
4,1	121
4,2	122
4,3	123
4,4	124
4,5	125
4,6	126
4,7	127
4,8	128
4,9	129
5	130
5,1	131
5,2	132
5,3	133

Бал атестату	Бал ЗНО
5,4	134
5,5	135
5,6	136
5,7	137
5,8	138
5,9	139
6	140
6,1	141
6,2	142
6,3	143
6,4	144
6,5	145
6,6	146
6,7	147
6,8	148
6,9	149
7	150
7,1	151
7,2	152
7,3	153
7,4	154
7,5	155
7,6	156
7,7	157
7,8	158
7,9	159
8	160
8,1	161
8,2	162
8,3	163
8,4	164
8,5	165
8,6	166
8,7	167

Бал атестату	Бал ЗНО
8,8	168
8,9	169
9	170
9,1	171
9,2	172
9,3	173
9,4	174
9,5	175
9,6	176
9,7	177
9,8	178
9,9	179
10	180
10,1	181
10,2	182
10,3	183
10,4	184
10,5	185
10,6	186
10,7	187
10,8	188
10,9	189
11	190
11,1	191
11,2	192
11,3	193
11,4	194
11,5	195
11,6	196
11,7	197
11,8	198
11,9	199
12	200

ДОДАТОК Б.

Перелік конкурсних предметів для вступу на комп'ютерний факультет
ЧНУ ім. П. Могили на основі повної загальної середньої освіти у 2019
році.

Спеціалізація	Перелік конкурсних предметів (вступних іспитів, творчих конкурсів)	Вага предметів сертифікату ЗНО	Вага атестату про повну освіту
Інженерія програмного забезпечення	1. Українська мова та література		0,1
	2. Математика	0,5	
	3. Фізика	0,2	
	3. Іноземна мова (Англійська мова, Французька мова, Німецька мова, Іспанська мова)	0,2	
Комп'ютерні науки	1. Українська мова та література	0,5	0,1
	2. Математика	0,2	
	3. Фізика	0,2	
	3. Іноземна мова (Англійська мова, Французька мова, Німецька мова, Іспанська мова)	0,2	
Комп'ютерна інженерія	1. Українська мова та література	0,5	0,1
	2. Математика	0,2	
	3. Фізика	0,2	
	3. Іноземна мова (Англійська мова, Французька мова, Німецька мова, Іспанська мова)	0,2	