

**Київський національний університет імені Тараса Шевченка**

**Економічний факультет**

**Кафедра економічної кібернетики**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА**

**Економіко-математичне моделювання ринку освітніх послуг**

студента 2 курсу магістратури  
спеціальності 051 «Економіка»  
ОНП «Економічна кібернетика»  
денної форми навчання  
Руденка Сергія Олександровича

**Науковий керівник:**

доктор економічних наук, професор  
Ставицький Андрій Володимирович

Засвідчую, що в цій роботі немає  
запозичень із праць інших авторів без  
відповідних посилань

Сергій РУДЕНКО \_\_\_\_\_  
(підпис)

Роботу допущено до захисту перед ЕК  
рішенням кафедри економічної кібернетики  
від 11 травня 2023 р., протокол № 15

Завідувач кафедри:  
доктор економічних наук, професор  
Олена ЛЯШЕНКО \_\_\_\_\_  
(підпис)

КИЇВ – 2023

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить: 91 ст., 57 рис., 5 табл., 111 джерел, 3 додатки.

Ключові слова: *ринок освітніх послуг, PISA, зовнішнє незалежне оцінювання, національний мультипредметний тест, економіко-математичне моделювання, інтелектуальний аналіз даних.*

Об'єкт дослідження: ринок освітніх послуг України.

Мета дослідження: формулювання стратегії розвитку освітніх послуг на основі методів економіко-математичного моделювання.

Методи дослідження: аналіз, синтез, економіко-математичне моделювання, інтелектуальний аналіз даних (класифікація, кластеризація), формалізація, абстракція.

Наукова новизна, теоретична значимість дослідження: у кваліфікаційній роботі магістра на основі аналізу сформульовано категорію «освітня послуга», зібрано, проаналізовано та структуровано теоретико-методологічні засади економіко-математичного моделювання ринку освітніх послуг та запропоновано моделі інтелектуального аналізу даних для ринку освітніх послуг.

Практична цінність: запропоновані в кваліфікаційній роботі магістра стратегії можуть використовуватися для імплементації Міністерством освіти і науки, Державною службою якості освіти, закладами освіти для поліпшення функціонування ринку освітніх послуг.

## RESUME

Taras Shevchenko National University of Kyiv,

Faculty of Economics, Department of Economic Cybernetics.

Key words: *educational services market, PISA, external independent assessment, national multi-subject test, economic-mathematical modeling, Data Mining.*

The graduation research of student Serhii Rudenko «Economic and mathematical modeling of educational services market» deals with formulation of a strategy for the development of educational services based on methods of economic and mathematical modeling.

The work is interesting for the Ministry of Education and Science, the State Service for the Quality of Education and educational institutions to improve the functioning of the educational services market.

Pages 91, tables 5, bibliog. 111, append. 3.

**ЗМІСТ**

ВСТУП .....	4
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА РИНКУ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ УКРАЇНИ.....	9
1.1. Освіта в Україні: загальні відомості, тенденції розвитку .....	9
1.2. Інструменти вимірювання якості освіти .....	17
1.3. Соціально-економічні фактори та їх вплив на якість освіти.....	21
Висновки до розділу 1 .....	31
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ РИНКУ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ.....	32
2.1. Аналіз методологічних підходів до дослідження ринку освітніх послуг .	32
2.2. Види економіко-математичних моделей для ринку освітніх послуг.....	37
2.3. Інтелектуальний аналіз даних на ринку освітніх послуг .....	40
Висновки до розділу 2.....	50
РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЮВАННЯ НА РИНКУ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ .....	51
3.1. Опис бази даних.....	51
3.2. Аналіз результатів моделювання .....	73
3.3. Стратегія розвитку освітніх послуг в Україні.....	84
Висновки до розділу 3.....	89
ВИСНОВКИ .....	90

## ВСТУП

Освіта – одна з найголовніших сфер суспільного життя. З самого народження і до глибокої старості люди пов'язані з навчанням. Освіта сприяє розвитку критичного мислення та вмінню аналізувати інформацію.

Освіта є ключовим елементом для розвитку будь-якої країни, оскільки забезпечує необхідні знання та навички, які необхідні для підвищення рівня життя населення та економічного зростання. Освічені громадяни можуть бути більш продуктивними та креативними у своїй роботі, що сприяє підвищенню економічного зростання країни. Крім того, вони мають кращі можливості знайти роботу, отримувати більш високі зарплати, а також мають більше шансів на професійний розвиток та підвищення соціального статусу [68].

Освіта сприяє формуванню високого рівня культури та цивілізованості суспільства, оскільки люди отримують знання про історію, культуру, мистецтво та інші аспекти життя. Це сприяє формуванню толерантної та відповідальної поведінки в суспільстві.

Результати PISA в 2018 році показали недостатньо високий рівень компетентностей учнів у читанні, математиці, природничо-наукових дисциплінах. Третина українських підлітків не опанувала базові компетенції, а загальні результати є нижчим, ніж у країнах ОЕСР [23, 70].

Результати ЗНО з математики 2021 року показують, що 26% учасників не подолали мінімальний поріг, що підтверджує в середньому низький рівень математичної компетенції українських школярів [102].

Важливо розуміти фактори, які впливають на вищезазначені результати та якість освіти в цілому. Прекрасним інструментом для цього є економіко-математичне моделювання. Побудова моделей допоможе виявити фактори, які впливають на якість освіти та на основі цього сформулювати стратегію розвитку освіти в Україні.

Не менш важливо враховувати вплив сучасного становища в Україні. Повномасштабна війна після кількох років пандемії є великим ударом для української освіти [1, 15, 24].

**Актуальність дослідження** ринку освітніх послуг в Україні зумовлена сьогоdnішнім складним соціально-економічним та політичним контекстом. Українська система освіти перебуває у стадії трансформації та реформування, що вимагає комплексного аналізу стану ринку освітніх послуг, зокрема, оцінки рівня якості, доступності та ефективності надання освіти.

Дослідження ринку освітніх послуг має значний вплив на розвиток національної системи освіти та підвищення рівня конкурентоспроможності України на міжнародному ринку праці.

Економіко-математичне моделювання ринку освітніх послуг в Україні є інноваційним та перспективним напрямом дослідження, що дає можливість отримати науково обґрунтовані висновки щодо оптимальної стратегії розвитку ринку освітніх послуг.

**Теоретико-методологічна основа дослідження.** Ринок освітніх послуг, теоретичні і практичні аспекти економіко-математичного моделювання освіти та застосування інтелектуального аналізу даних в ньому досліджувалися багатьма вітчизняними та іноземними вченими, праці яких використано під час написання цієї роботи.

Зокрема, теоретичними аспектами освіти займалися Остапчук С. [80], Велден Р. [28], Баєр П. [4], Генрі М. [20], Ахновської І. [32], Андерсен Г. [16].

Питання моделювання ринку освітніх послуг вивчали Павлютенков Є. [82], Бредюк В. [6], Фернандес Е. [18], Набока Б. [66], Парпан У. [83].

Вплив соціально-економічних факторів на освіту досліджували Сарденсон С. [27], Алєнезі А. [2], Фейнтейн Л. [17], Чакраборті К. [10], Черенько Л. [34], Пфєффер [25], Жонген [29], Кулинич Р. [54].

Проблеми інструментів якості освіти є в роботах Прохорової А. [90], Лісової Н. [61], Гринєвич Л. [38]

**Об'єктом дослідження** є ринок освітніх послуг України.

**Предметом дослідження** є сукупність теоретичних, методологічно-організаційних та практичних аспектів моделювання ринку освітніх послуг.

**Метою** даної роботи є формулювання стратегії розвитку освітніх послуг на основі методів економіко-математичного моделювання.

Для досягнення вищезазначеної мети були сформульовані **завдання**:

- дослідити сутність, функції, принципи та інструменти ринку освітніх послуг;
- розглянути особливості освіти в Україні, тенденції її розвитку;
- охарактеризувати інструменти оцінювання якості освіти в Україні;
- проаналізувати соціально-економічні фактори та їх вплив на якість освіти;
- розкрити сутність та значення використання моделювання для дослідження ринку освітніх послуг;
- розглянути види моделей, що використовуються для моделювання ринку освітніх послуг;
- проаналізувати теоретико-методологічні засади використання інтелектуального аналізу даних в моделюванні ринку освітніх послуг;
- продемонструвати основні статистичні показники бази даних для моделювання;
- побудувати економіко-математичну модель;
- сформулювати стратегію розвитку освіти в Україні.

Під час написання роботи використані наступні **методи**: аналіз, синтез, економіко-математичне моделювання, інтелектуальний аналіз даних (класифікація, кластеризація), формалізація, абстракція.

**Теоретична значимість та наукова новизна** дослідження полягає у тому, що в кваліфікаційній роботі магістра на основі аналізу сформульовано категорію «освітня послуга», зібрано, проаналізовано та структуровано теоретико-методологічні засади економіко-математичного моделювання ринку освітніх

послуг та запропоновано моделі інтелектуального аналізу даних для ринку освітніх послуг.

**Практична цінність** роботи полягає в тому, що запропоновані в кваліфікаційній роботі магістра стратегії можуть використовуватися для імплементації Міністерством освіти і науки, Державною службою якості освіти, закладами освіти для поліпшення функціонування ринку освітніх послуг.

За тематикою дослідження було апробовано тези на конференціях:

1. Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Шевченківська весна 2022. Цифрова трансформація економіки в умовах пандемії COVID-19». Тези на тему: «Моделювання попиту на послуги закладів вищої освіти в Україні» опубліковані за секцією «Моделювання та інформаційні технології в економіці: напрями розвитку та адаптація» [92].

2. Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Шевченківська весна 2023. Повоєнне відновлення економіки України: проблеми та перспективи». Тези на тему: «Вплив війни на ринок освітніх послуг в Україні» опубліковані за секцією «Моделювання та інформаційні технології в економіці: напрями розвитку та адаптація під час війни» [91].

**Інформаційною базою** написання роботи є навчально-методична, довідкова економічна література, матеріали фахових періодичних видань, Інтернет-ресурси, статистичні дані Українського центру оцінювання якості освіти.

**Структура роботи.** Кваліфікаційна робота магістра складається із вступу, основної частини (три розділи), висновків, списку використаних джерел та додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність даної теми, визначено об'єкт та предмет дослідження, теоретико-методологічну основу дослідження, сформовано мету та завдання кваліфікаційної роботи, висвітлено наукові методи, теоретичну

значимість, наукову новизну та практичну цінність роботи, вказано інформаційну базу написання роботи.

У першому розділі «Характеристика ринку освітніх послуг України» наведено загальні відомості про систему освіти в Україні, проаналізовано основні тенденції розвитку освіти, описано основні методи оцінювання якості освіти, описано соціально-економічні фактори, що впливають на якість освіти, наведено результати статистичного дослідження впливу таких чинників на результати зовнішнього незалежного оцінювання.

У другому розділі «Теоретико-методологічні аспекти моделювання ринку освітніх послуг» розглянуто методологічні підходи до аналізу ринку освітніх послуг, види економіко-математичних моделей для ринку освітніх послуг. Особливу увагу приділено інтелектуальному аналізу даних як методу дослідження ринку освітніх послуг.

У третьому розділі «Моделювання на ринку освітніх послуг» описано процес збору бази даних для моделювання, проведено статистичний аналіз показників, побудовано класифікаційні та кластеризаційні моделі в середовищі Weka, сформульовано стратегію розвитку ринку освітніх послуг.

Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра викладено на 91 сторінках друкованого тексту. Робота містить 5 таблиць, 57 рисунків, 3 додатки.

Список використаних джерел налічує 111 найменувань.

## **РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА РИНКУ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ УКРАЇНИ**

### **1.1. Освіта в Україні: загальні відомості, тенденції розвитку**

Освіта відіграє важливу роль у розвитку особистості в її різних аспектах: інтелектуальному, духовному, фізичному та культурному. Вона є ключовим чинником успішної соціалізації та економічного добробуту, а також забезпечує розвиток суспільства, яке є об'єднаним спільними цінностями та культурою.

Освіта є важливою запорукою розвитку країни, оскільки сприяє створенню конкурентоспроможної та успішної держави. Навчання є важливим фактором розвитку особистості, оскільки воно допомагає дітям розвивати свої таланти та вибирати майбутню професію.

Система освіти в Україні складається з чотирьох основних видів: дошкільної, середньої, професійної та вищої освіти. В Україні існує багато закладів позашкільної освіти, що пропонують різні програми та гуртки для дітей, а також освітні програми для дорослих та наукову діяльність [42].

Національним агентством кваліфікацій визначено Національну рамку кваліфікації, відповідно до якої структуровано кваліфікаційні рівні, що можна здобути в Україні. НАК передбачено вісім кваліфікаційних рівнів, поступове здобуття яких забезпечує неперервність різних видів освіти [69].

Здобуття дошкільної освіти допомагає дітям зробити перші кроки в підготовці до школи, вивчити базові навички читання, письма та математики, взаємодіяти з іншими дітьми. Однак, в Україні відвідування ЗДО є не обов'язковим, тому частина дітей навчається вдома з допомогою батьків або опікунів [59].

В Україні існує низка різних типів закладів дошкільної освіти: ясла, дитячий садок, будинок дитини, ясла-садок компенсуючого/сімейного/комбінованого типу, дитячий будинок інтернатного типу, центр розвитку дитини тощо [95].

За даними МОН, станом на 2019 рік 88% дітей віком 3-5 років та 97% дітей віком 5-7 років навчалися в ЗДО [64].

Наприкінці 2019 року в Україні функціонувало близько 15 тисяч ЗДО, у яких викладають понад 135 тисяч педагогів та навчаються майже 1,3 млн дітей дошкільного віку [64].

Серед актуальних проблем дошкільної освіти можна виділити нестачу місць у населених пунктах з високою густотою населення, навіть незважаючи на велике різноманіття ЗДО.

Для уникнення різноманітних схем та зловживань в Україні функціонує електронна черга для запису дітей до ЗДО. Таким чином, батьки незалежно від їхнього соціального статусу, фінансового становища та інших чинників мають рівні права в доступі їхніх дітей до здобуття дошкільної освіти [75].

Протягом навчання в ЗДО дитина здобуває базові вміння, знання та навички, які необхідні їй для навчання в школі та життя в цілому. Дошкільнята розвивають навички креативності, відповідальності, комунікації, допитливості, завдяки яким вона зможе досягти успіхів у оволодінні математичним, мовними, культурними, технічними та іншими компетентностями, що здобуваються і поглиблюються протягом навчання в початковій школі.

Важливою складовою наступності між дошкільною та початковою освітою є адаптаційний період, що дозволяє забезпечити поступовий легкий перехід дитини із закладу дошкільної освіти до навчання в початковій школі. Протягом періоду адаптації варто впроваджувати в навчання елементи ігор, спілкування, рухової активності, театральної діяльності, пізнання навколишнього середовища, розвиток творчих здібностей тощо [55].

Однією з вимог, які висуваються до вчителів, що працюють у закладах дошкільної освіти, – володіння програмою початкової школи для того, щоб мати змогу готувати дошкільнят до навчання у першому класі.

Загальна середня освіта в Україні є обов'язковою. Протягом навчання учні отримують знання з різних дисциплін, що допомагає їм визначити майбутню професію [56].

Станом на початок 2022-2023 н.р. в Україні є майже 13 тисяч закладів середньої освіти, серед яких 901 заклад розташований на тимчасово окупованих територіях. У звичайному режимі працює 35% закладів, решта – у дистанційному або змішаному режимі [24, 64].

У 2022-2023 н.р. майже 4 млн учнів здобувають повну загальну середню освіту, з яких понад 500 тис. перебувають за межами України, а близько 73 тис. – на тимчасово окупованих територіях [24].

На сьогодні актуальною проблемою середньої освіти є створення безпечного навчального середовища, що реалізується за допомогою спорудження укриттів цивільного захисту, що дозволяє забезпечити 55,3% учасників навчального процесу [15].

В Україні існує низка різних типів закладів середньої освіти: початкова школа (початкова освіта), гімназія (базова середня освіта), ліцей (профільна середня освіта), спеціальна школа, навчально-реабілітаційний центр, ліцеї (мистецький, спортивний, військовий, науковий) тощо [58].

Найважливішою тенденцією розвитку середньої освіти в Україні наразі є імплементація реформи МОНу «Нова українська школа» (НУШ). Головна мета реформи – «створити школу, у якій буде приємно навчатись і яка даватиме учням не тільки знання, як це відбувається зараз, а й уміння застосовувати їх у повсякденному житті» [53].

За задумом, НУШ – це школа, до якої учень хоче повертатися знову і знову. НУШ дотримується принципів учнеорієнтованості, співпраці та взаєморозуміння, компетентнісноорієнтованого підходу, розвиває критичне мислення, вміння комунікувати та захищати свою думку, надає увагу патріотичному вихованню.

Основною відмінністю в НУШ для учнів є зміна підходу до навчання [53]. Зазубрювання сухих фактів змінюється компетентнісно-орієнтованими завданнями. Учні здобувають знання не для того, щоб здобути знання, а для застосування їх на практиці.

У вересні 2017 року ухвалено новий Закон «Про освіту» [88], основна мета якого – забезпечення рівного доступу до освіти.

Закон України «Про освіту» визначає перелік компетенцій, якими мають володіти учні, серед яких володіння українською мовою, здоровий спосіб життя, всебічний розвиток тощо [88].

Було створено новий підхід для оцінювання учнів, який базується на формульованому оцінюванні.

Реформа також передбачає створення якісного освітнього середовища. Не лише покращення матеріально-технічної бази, а й зміна підходів до учня, забезпечення студентоорієнтованого підходу [60].

Учителі НУШ отримують більшу свободу, вони можуть доповнювати типові навчальні програми або створювати свої. Учителі на власний розсуд обирають навчальні матеріали та методи навчання.

У 2019 вчителі початкових класів отримали можливість пройти добровільну сертифікацію, щоб мати змогу поширювати знання і навички вчителів з вищою кваліфікацією для вчителів, які потребують покращення в цій сфері [65].

НУШ забезпечує кадрову автономію для адміністрації закладів освіти, що дозволяє директорам шкіл вирішувати кадрові питання самостійно.

З 2019 року замість атестації шкіл з'явилася процедура інституційного аудиту, що є одним із засобів підтримки закладів [87].

Важливим принципом, на якому ґрунтується НУШ, - це партнерство, яке забезпечує вплив учнів, учителів та батьків на освітній процес. Батьки мають право створювати органи самоврядування для впливу на освітній процес.

Невід'ємною складовою системи освіти в Україні є позашкільна освіта, яка спрямована на розвиток в учнів творчих, культурно-мистецьких, фізичних та інших умінь та навичок, що сприяють комплексному розвитку особистості, що необхідний для самореалізації та соціалізації учнів.

Діяльність позашкільної освіти забезпечується низкою закладів: державними, комунальними, приватними закладами; гуртками, клубами,

секціями; центрами, комплексами, будинками культури; малими академіями мистецтв, малими академіями наук; мистецькими, спортивними школами; фізкультурно-спортивними клубами, дитячо-юнацькими спортивними школами олімпійського резерву; стадіонами; бібліотеками; культурно-освітніми, фізкультурно-оздоровчими, спортивними закладами тощо [45].

Заклади позашкільної освіти забезпечують підготовку учнів за різними напрямками: науково-технічний, пластовий, скаутський, мистецький, художньо-естетичний, туристсько-краєзнавчий, еколого-натуралістичний, дослідницько-експериментальний, спортивний, військово-патріотичний, бібліотечно-бібліографічний, гуманітарний, оздоровчий, соціально-реабілітаційний [45].

Позашкільна освіта має бути доступною для всіх охочих, незалежно від їхнього соціального статусу та інших ознак. Здобуття позашкільної освіти є добровільним. Держава гарантує створювати належні умови для здобуття позашкільної освіти.

Професійна, професійно-технічна освіта – складова в системі освіти, яка дає змогу здобути знання та навички для отримання певної професійної кваліфікації. Професійна освіта дозволяє в терміни до 3-4 років здобути кваліфікацію та отримати професію.

У системі професійної освіти виділяють низку закладів, до яких можна віднести: професійні училища та ліцеї, навчально-виробничі комбінати тощо.

На сучасному етапі свого розвитку в Україні професійна освіта потребує реформування для того щоб мати змогу задовольнити потреби ринку кваліфікованими кадрами. Стереотипи щодо студентів та випускників закладів професійної освіти знецінюють її користь для суспільства, тому необхідно вживати заходів для її популяризації, ефективної системи фінансування та управління, розвитку приватно-державного партнерства, покращення якості викладання, змісту освітніх програм тощо.

У 2021 році було підписано Указ «Про пріоритетні заходи щодо розвитку професійної (професійно-технічної) освіти», який передбачає низку реформ,

протягом здійснення яких заплановане підвищення кваліфікації педагогів, оновлення освітніх програм, створення професійних стандартів, збільшення кількості практики під час навчання тощо [79].

Вища освіта – одна із складових системи освіти в Україні, яка забезпечує здобуття вищої професійної кваліфікації в різних галузях за освітньо-професійними та освітньо-науковими програмами [96].

Для здобуття вищої освіти необхідно здобути повну загальну середню освіту, при цьому здобуття вищої освіти не є обов'язковим.

В Україні виділяють такі рівні вищої освіти [108]:

- початковий рівень (короткий цикл);
- бакалаврський;
- магістерський рівень;
- освітньо-науковий/освітньо-творчий рівень;
- науковий рівень.

Національна рамка кваліфікацій – документ, який структурує та систематизує кваліфікаційні рівні, які можуть отримувати здобувачі освіти різних рівнів [97].

Українська освіта не стоїть на місці і постійно розвивається. Сучасні реалії вимагають необхідності адаптуватися до навколишнього середовища в найкоротші терміни.

У сучасному світі важливо забезпечувати рівний доступ до освіти всім громадянами. Інклюзивне навчання – одна з реформ, яку активно впроваджують в освіті. Вона полягає в тому, що учні з особливими потребами навчаються разом зі звичайними учнями у школі, де вони проживають. Благодійна реформа дає можливість більш ніж 65 000 дітям із особливими потребами отримати якісну освіту та знайти нових друзів [51].

Однією з реформ, яка активно впроваджується останнім часом в Україні, є децентралізація. Вона торкнулася багатьох сфер суспільного життя, у тому числі

освіти, адже в Україні з'явилися освітні округи, у рамках яких почали створювати опорні заклади освіти [5].

Мета створення опорних закладів освіти – забезпечення рівного доступу учнів до якісної освіти. Цей процес дозволяє більш раціонально використовувати наявні ресурси, доцільно впорядкувати систему закладів середньої освіти.

За даними МОН, понад 60% з сільських населених пунктів навчаються в класах, наповненість яких складає менше 15 учнів [93]. Такі школи, зазвичай, мають одного вчителя, який викладає більше трьох предметів, що погіршує якість освіти. Тому дітей із сільських місцевостей направляють до міських шкіл, де є краще обладнання та доступ до Інтернету. На сьогодні опорні школи мають 511 філій, і це є дуже важливою ініціативою для забезпечення якісної освіти всім учням в Україні [44].

Опорні заклади освіти обираються серед закладів громади відповідно переліку умов на конкурсній основі. Наразі в Україні маємо нерівні умови навчання в закладах сільської місцевості, адже такі школи мають гіршу матеріально-технічну базу, проблеми в забезпеченні навчального процесу кваліфікованими викладачами, меншу кількість учнів. У такому випадку існує практика створення філій опорних закладів на базі таких невеликих шкіл. Зазвичай такі школи надають освітні послуги лише за I ступенем (початкова школа), а навчання в 5-11 класах відбувається в опорних закладах, що знаходяться в сусідніх населених пунктах [5].

За останні роки дистанційне навчання набуло значного розвитку, і не лише через пандемію COVID-19. Незважаючи на те, що ринок електронного навчання стрімко зріс внаслідок пандемії, ще до цього велика кількість студентів користувалася перевагами онлайн-освіти, що дозволяло їм отримати доступ до якісної освіти з будь-якої точки світу [110].

Більш популярним стає індивідуальне навчання. Кожен студент має свій власний унікальний стиль навчання, індивідуальні цілі та навчається у власному темпі.

Забезпечення персоналізованого досвіду навчання, яке відповідає потребам усіх студентів, уже давно є проблемою в освіті. Здійснення індивідуального навчання є особливо ефективним під час дистанційного навчання, коли вчителі можуть розробляти індивідуальні траєкторії для кожного учня, адаптовані для досягнення їхніх індивідуальних цілей [14].

Ще одним з трендів розвитку освіти є інтеграція штучного інтелекту, який також допомагає персоналізувати програми відповідно до потреб окремих студентів. Онлайн-курси починають використовувати розумний контент, такий як зручні цифрові інтерфейси та розумні візуальні елементи, які можна адаптувати до різних стилів навчання. Викладачі тепер також використовують штучний інтелект для автоматизації рутинних адміністративних завдань, що робить їх ефективнішими. Зрозуміло, що навряд чи штучний інтелект найближчим часом замінить роботу вчителя, але точно буде гарним помічником для нього [12].

Бентежне життя щодня робить нам нові виклики, тому змішане навчання допомагає адаптуватися до цього. Змішане навчання – це гібридний підхід, який поєднує віртуальні та аудиторні методи навчання. Завдяки змішаному навчанню можна поєднувати обов'язкове навчання та розвиток власних інтересів.

## 1.2. Інструменти вимірювання якості освіти

Під якістю освіти розуміється множина характеристик навчального процесу, які визначають ефективне створення професійних компетентностей, які вимірюються рівнем знань, умінь та навичок, якого досягли випускники закладу освіти відповідно до навчальних планів [99].

В Україні наявна спеціалізована установа, метою якої є оцінка якості освіти, – Державна служба якості освіти України [40]. Служба здійснює контроль закладів освіти, слідкує за дотриманням законодавства про освіту, затверджує освітні програми, проводить інституційний аудит закладів освіти тощо.

Якістю ж вищої освіти опікується Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти, яке проводить різноманітні моніторинги, розробляє стандарти, проводить акредитації тощо [98].

Одним із способів виміру якості освіти є проведення атестації осіб, що здобувають освіту. В Україні основними способами атестації учнів є: зовнішнє незалежне оцінювання (ЗНО) та державна підсумкова атестація (ДПА).

Аналіз результатів навчання, які здобули учні по завершенню відповідного освітнього рівня, проведення моніторингів якості освіти забезпечує Український центр оцінювання якості освіти (УЦОЯО) [101].

ЗНО вперше воно було введене в Україні у 2006 році, його основна мета полягає в тому, щоб забезпечити об'єктивну оцінку знань випускників та встановити однакові вимоги до рівня знань для всіх абітурієнтів до ЗВО [41]. Це допомагає знизити корупцію та відмовитися від «зв'язків» при вступі.

ЗНО складається з обов'язкових та вибіркового тестів з різних предметів (залежно від спеціалізації вступника), а також з виконання завдань з письмового складу, які допомагають перевірити практичні навички та креативність студента [43].

Учасники ЗНО мають змогу пройти тестування з української мови, української мови та літератури, математики, історії України, іноземних мов

(англійська, німецька, французька, іспанська), географії, фізики, хімії, біології [101].

Результати ЗНО використовуються при прийомі до закладів вищої освіти та для оцінки за ДПА.

Одним з головних переваг ЗНО є збільшення прозорості та об'єктивності української системи вищої освіти, а також підвищення її якості. Водночас, деякі критики вважають, що ЗНО занадто сильно спрощує викладання предметів у школах та може призвести до зниження загального рівня знань серед учнів.

Результати ЗНО також використовуються для аналізу якості системи загальної середньої освіти, визначення проблем її функціонування та шляхів розвитку.

У 2022 та 2023 роках наказом МОН проведення зовнішнього незалежного оцінювання замінене проведенням національного мультипредметного тесту (НМТ) у зв'язку з повномасштабним вторгнення росії.

НМТ – комп'ютерне тестування замість класичного формату ЗНО. Однією з проблем формування бази даних учасників НМТ було проблема визначення місця розташування їх у дати проведення тестування. Для цього проведено кілька етапів підтвердження місця проходження НМТ (перший етап для приблизного визначення необхідної кількості тимчасових пунктів тестування та другий - для фінального розподілу учасників по тимчасових екзаменаційних центрах(ТЕЦ)).

Завдяки злагодженим діям усіх установ, що брали участь в організації та проведенні НМТ, його вдалося провести в 21 області та м. Києві. На жаль, неможливим було проведення тестування на території Донецької, Луганської, Херсонської областей, АР Крим та м. Севастополь [101].

Для осіб, які у зв'язку з воєнними діями змушені були покинути територію України, було організовано тимчасові екзаменаційні центри в 46 містах Європи, США та Канади [101].

Учасникам НМТ було запропоновано за дві години виконати завдання з трьох предметів: української мови, історії України та математики. Одразу після проходження тестування учасники бачили свій тестовий бал, якому відповідав результат за спеціальною шкалою 100–200 балів.

ДПА використовується для перевірки відповідності рівня навчальних досягнень випускників закладів середньої освіти I, II, III ступенів, державним вимогам, встановлених МОН України [67].

Учні закладів середньої освіти складають ДПА по завершенню 4, 9, 11 класів.

Випускники, що здобувають повну загальну середню освіту, проходять ДПА у формі ЗНО з трьох навчальних предметів, обов'язкові з яких визначає МОН України.

Результати ДПА впливають на визначення середнього балу відповідних документів про освіту, визначення випускників, що нагороджуються Похвальними листами, свідоцтвами з відзнакою, срібною або золотою медаллю.

Одним із важливих інструментів оцінювання якості освіти є PISA. Україна у 2018 році приєдналася до дослідження PISA (Programme for International Student Assessment, Програма міжнародного оцінювання учнів) – міжнародної програми дослідження якості освіти, яке відбувається за підтримки Організації з економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), яка один раз на три роки, починаючи з 2000 року проводить аналіз якості освіти в різних країнах [26].

У дослідженні беруть участь 15-річні школярі, що пов'язано із середньостатистичним віком здобуття обов'язкової середньої освіти.

Завдання PISA не заключається в тому, щоб перевірити рівень знань учнів відповідно до вимог країн, навчальних програм тощо. PISA перевіряє, як учні можуть використовувати знання та навички, здобуті в школі, у проблемах та задачах, які можуть виникати в реальному житті.

PISA перевіряє три основні компетентності: читацьку, математичну та природничу шляхом проходження тестів, які розробляються експертами з понад

40 країн світу і є глибоко засекреченими для більшої об'єктивності дослідження [78].

PISA досліджує вплив різноманітних соціально-економічних факторів. Перед тестуванням учні та вчителі проходять анкетування, у якому вказують стан тих чи інших чинників, що впливають на якість освіти: мотивація від навчання, зміст та обсяг освітніх програм, соціально-економічне становище, кваліфікація педагогів, цінності учнів та вчителів, залученість батьків у діяльності закладу освіти тощо.

Результати PISA-2018 виявили про низький рівень розвитку математичної грамотності підлітків, що спричинило проведення 2020-2021 року математики в Україні, складання обов'язкової ДПА та ЗНО з математики [78].

Як наслідок PISA-2018 в Україні було запроваджено НУШ, де важливими принципами є компетентнісний підхід та студентноорієнтованість.

Запланована PISA-2021 була перенесена на 2022 рік у зв'язку з пандемією коронавірусу. Навіть незважаючи на повномасштабне вторгнення росії України вдалося провести оцінювання PISA-2022, результати якого будуть відомо згодом та зададуть новий вектор розвитку для української освіти.

Оцінка якості освіти – важливий процес у функціонуванні ринку освітніх послуг. Для покращення якості освіти необхідно розуміти, які фактори впливають на неї, що буде досліджено в наступних розділах роботи.

### 1.3. Соціально-економічні фактори та їх вплив на якість освіти

Соціально-економічні фактори мають значний вплив на якість освіти. Вони включають у себе різноманітні економічні, культурні та соціальні чинники, які взаємодіють і впливають на здійснення освітнього процесу.

Один з головних соціально-економічних факторів, що впливає на якість освіти – це рівень економічного розвитку країни [22]. Країни з високим рівнем економічного розвитку мають змогу виділяти значно більше коштів на освіту. Це дозволяє забезпечувати заклади освіти необхідними ресурсами, зокрема, матеріально-технічними засобами, які підвищують якість навчання. Наявність достатньої кількості фінансових ресурсів дозволяє забезпечити вчителям відповідну зарплату, що дозволяє залучати до процесу навчання кваліфікованих фахівців, з високим рівнем освіти і досвідом роботи. Країни з високим рівнем економічного розвитку мають можливість використовувати сучасні технології навчання, такі як відеоуроки, інтерактивні дошки, онлайн-курси тощо. Це сприяє підвищенню якості навчання та забезпеченню учнів необхідними знаннями та навичками.

Україна не є винятком з цього правила. Рівень економічного розвитку України значно впливає на якість освіти. Українська освіта стикається з низьким рівнем фінансування, який не дозволяє забезпечувати школи необхідними ресурсами для забезпечення високої якості навчання. Зарплати вчителів в Україні також нижчі, ніж у країнах з високим рівнем економічного розвитку.

Можемо спостерігати з рис. 1.3.1, що з 2014 року динаміка фінансування освіти в Україні має негативну тенденцію. У 2022-2023 цей показник досяг свого найнижчого рівня. Рівень фінансування до війни був доволі високим, однак після 2014 року він поступово зменшується.

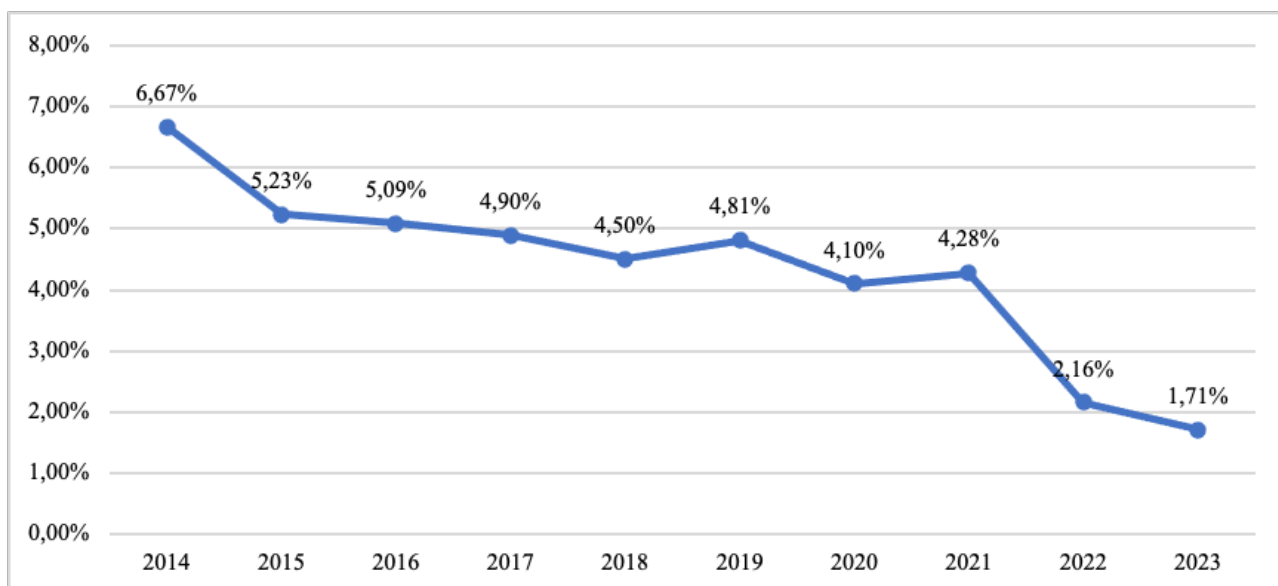


Рис. 1.3.1. Динаміка видатків державного бюджету України протягом 2014–2023 рр. (% ВВП)

Джерело: складено автором на основі [39, 63]

Стать може впливати на якість освіти в залежності від соціальних традицій, стереотипів та гендерних нерівностей в країні [4]. Незважаючи на те, що в Україні гендерні нерівності щодо доступу до освіти майже нівелюються, статеві стереотипи все ще впливають на вибір професії та рівень зарплати в різних сферах. Це може впливати на рівень зацікавленості дівчат і хлопців у певних предметах та професійних напрямках, що може впливати на їхні досягнення в освіті.

Таблиця 1.3.1

Середній бал за статтю за шкалою 100-200 серед учасників,  
результат складання тесту яких «подолав поріг»

Предмет	Українська мова та література			Математика			Історія України		
	2021	2020	2019	2021	2020	2019	2021	2020	2019
Чоловіча	135,3	137,6	134,7	133,6	137,8	138,5	137,9	130,7	131,9
Жіноча	148,7	149,5	146,8	137,9	139,2	140,5	138,1	137,0	138,3

Джерело: складено автором на основі [101]

Як бачимо, протягом 2019-2021 рр. дівчата показують кращі результати зовнішнього незалежного оцінювання з української мови та літератури, математики та історії України, ніж хлопці (табл. 1.3.1). Ця тенденція проявляється протягом інших періодів та з іншими предметами.

Тип населеного пункту (місто або село) може впливати на якість освіти у різних аспектах. Наприклад, доступність до освітніх закладів, якість навчальних програм та вчителів, доступність до технологій та інших ресурсів, а також загальна соціально-економічна ситуація в регіоні [76].

Україна має відмінності в розвитку освіти в містах та селах. Велика міста мають велику кількість закладів освіти, якісну базу інфраструктури, доступ до технологій та можливості залучення висококваліфікованих вчителів [76]. Таким чином, учні, що проживають у великих містах, мають кращий доступ до якісної освіти. У той же час, у невеликих містах та сільських районах може бути обмежений доступ до закладів освіти, вчителів та технологій. Багато сільських шкіл мають обмежену базу інфраструктури, що може призводити до обмеженого доступу до якісної освіти та менших можливостей для учнів з сільських районів. Цю соціальну нерівність можна прослідкувати на рис. 1.3.2.

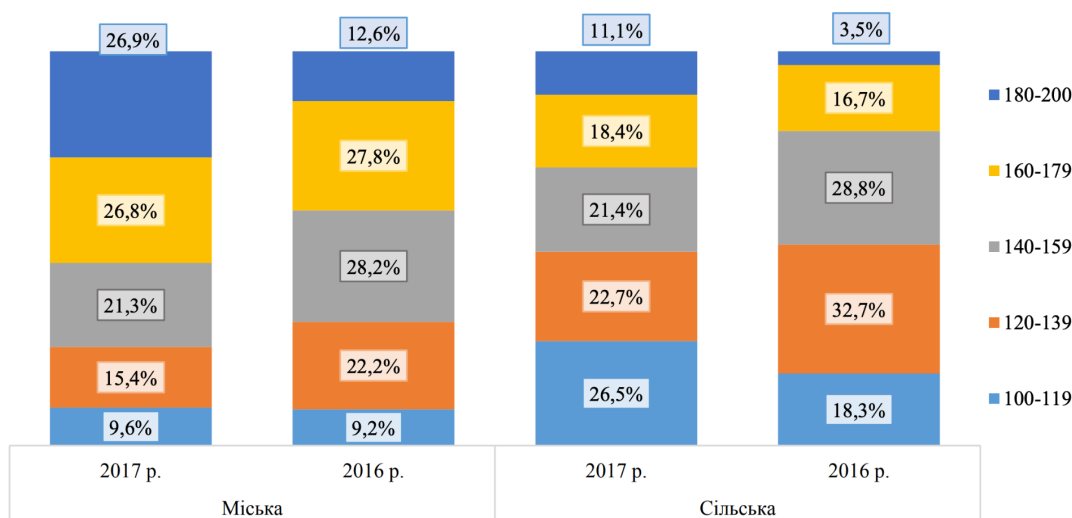


Рис. 1.3.2. Розподіл учасників ЗНО 2016 і 2017 рр. за типом населеного пункту, де навчалися, і середнім балом з усіх предметів ЗНО

Джерело: [35]

На результати зовнішнього незалежного оцінювання впливає тип закладу освіти, оскільки різні типи шкіл мають свої особливості щодо навчальних програм, рівня вивчення тих чи інших дисциплін.

Гімназії, ліцеї та колегіуми зазвичай мають більш складну та поглиблену програму з предметів зовнішнього незалежного оцінювання. Учні цих шкіл зазвичай мають більше знань та розуміння з тих предметів, що є важливим для успішного складання ЗНО [62].

Спеціалізовані школи, які спеціалізуються на певній галузі знань (наприклад, фізико-математичні школи, школи з поглибленим вивчення іноземних мов тощо), зосереджують більше уваги на вивченні відповідних предметів, що зазвичай позитивно впливає на результати учнів на ЗНО [62].

Навчально-виховні комплекси зазвичай мають ширшу програму з предметів, яку вивчають учні, включаючи не тільки загальноосвітні, а й професійні предмети. Це може допомогти учням здобути більш широкий спектр знань, але при цьому, результати ЗНО з базових предметів є гіршими [62].

Загальноосвітні школи зазвичай вивчають дисципліни на рівні стандарту. Учні таких шкіл показують гірші результати ЗНО, ніж попередні категорії. На рис. 1.3.3 - 1.3.5 можемо бачити розподіл результатів ЗНО за типом закладу освіти в 2021 році.

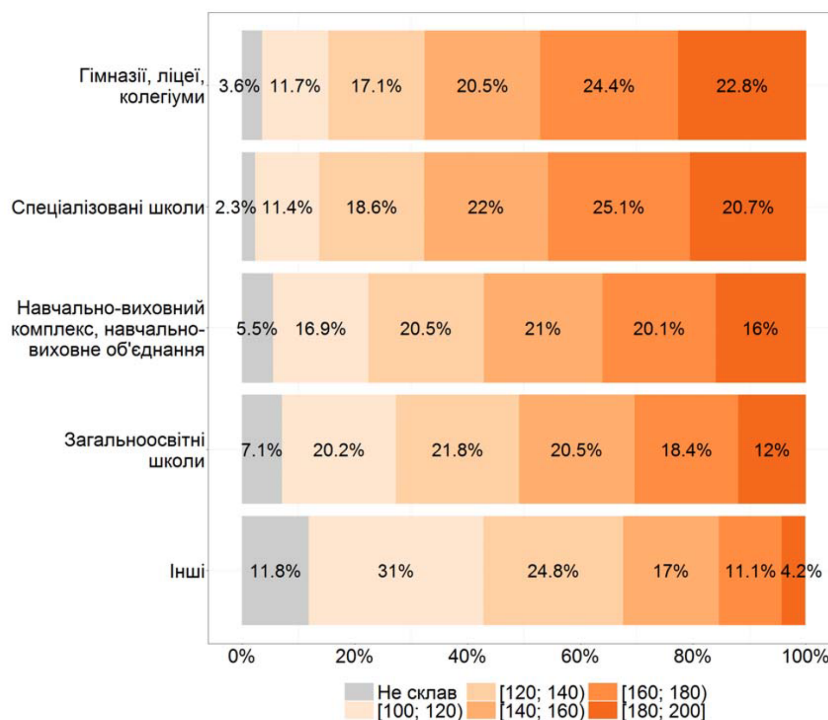


Рис. 1.3.3. Розподіл за типом закладу освіти результатів ЗНО з української мови і літератури в 2021 році

Джерело: складено автором на основі [101]

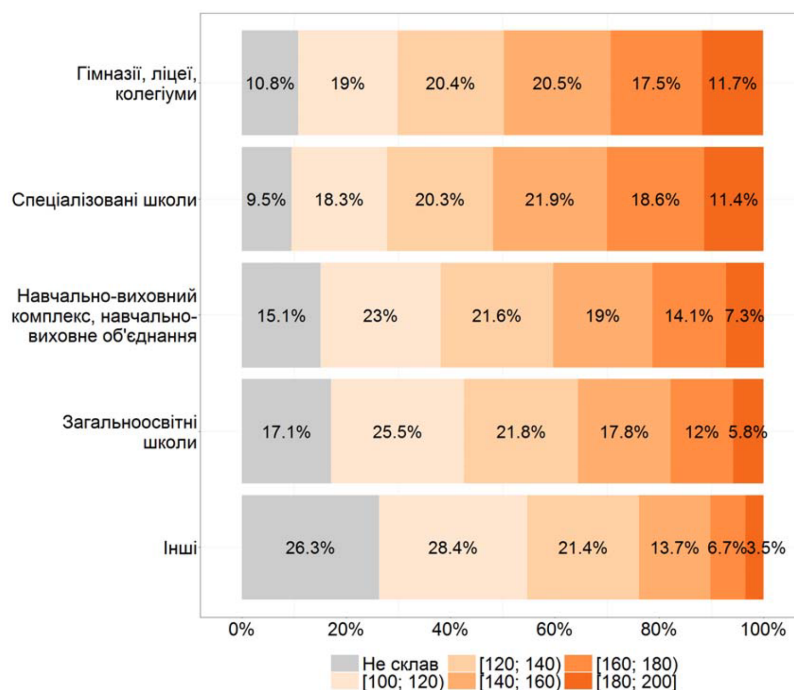


Рис. 1.3.4. Розподіл за типом закладу освіти результатів ЗНО з історії України в 2021 році

Джерело: складено автором на основі [101]

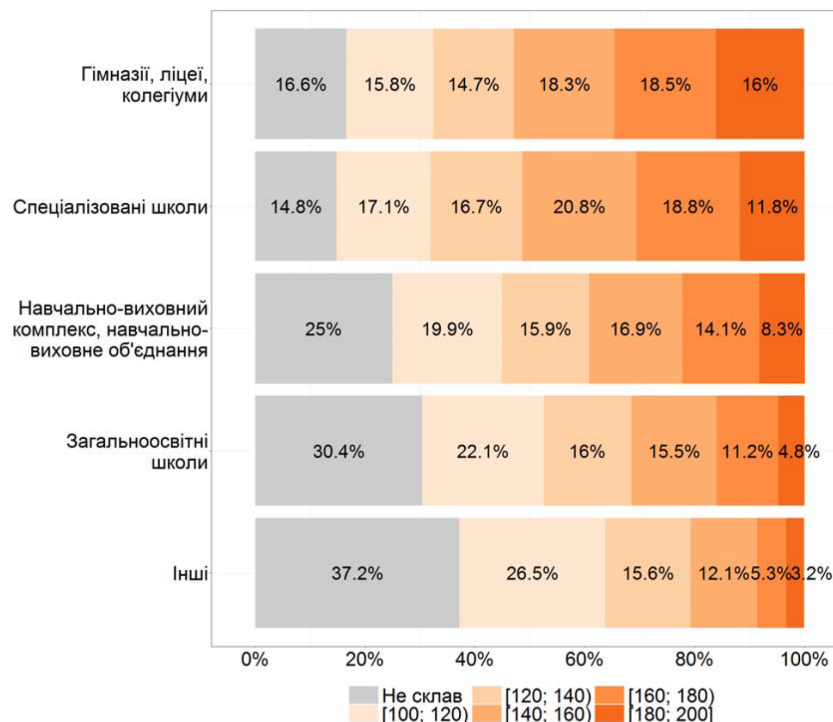


Рис. 1.3.5. Розподіл за типом закладу освіти результатів ЗНО з математики в 2021 році

Джерело: складено автором на основі [101]

Одним із факторів впливу на якість освіти дітей є рівень освіти їхніх батьків [7]. Зазвичай батьки з вищою освітою зазвичай мають більше знань та навичок, що можуть передати своїм дітям. Вони можуть мати більший інтерес до освіти своїх дітей, бути більш активними в їх навчанні та розвитку, а також мати більші можливості для забезпечення розвитку своїх дітей у відповідності з їхніми інтересами та потребами. Відповідно до рис. 1.3.6 найвищі результати ЗНО у 2016-2017 роках показали ті учні, обоє батьків яких мають вищу освіту або науковий ступінь. Найнижчі ж результати в тих учнів, батьки яких мають лише повну загальну середню освіту. Графік показує чітку залежність результатів ЗНО дітей від рівня освіти їхніх батьків.

Однак, важливо зазначити, що рівень освіти батьків не є визначальним фактором, який визначає якість освіти дітей. Важливо, щоб рівний доступ до якісної освіти був забезпечений для всіх дітей, незалежно від соціального становища та рівня освіти їхніх батьків.

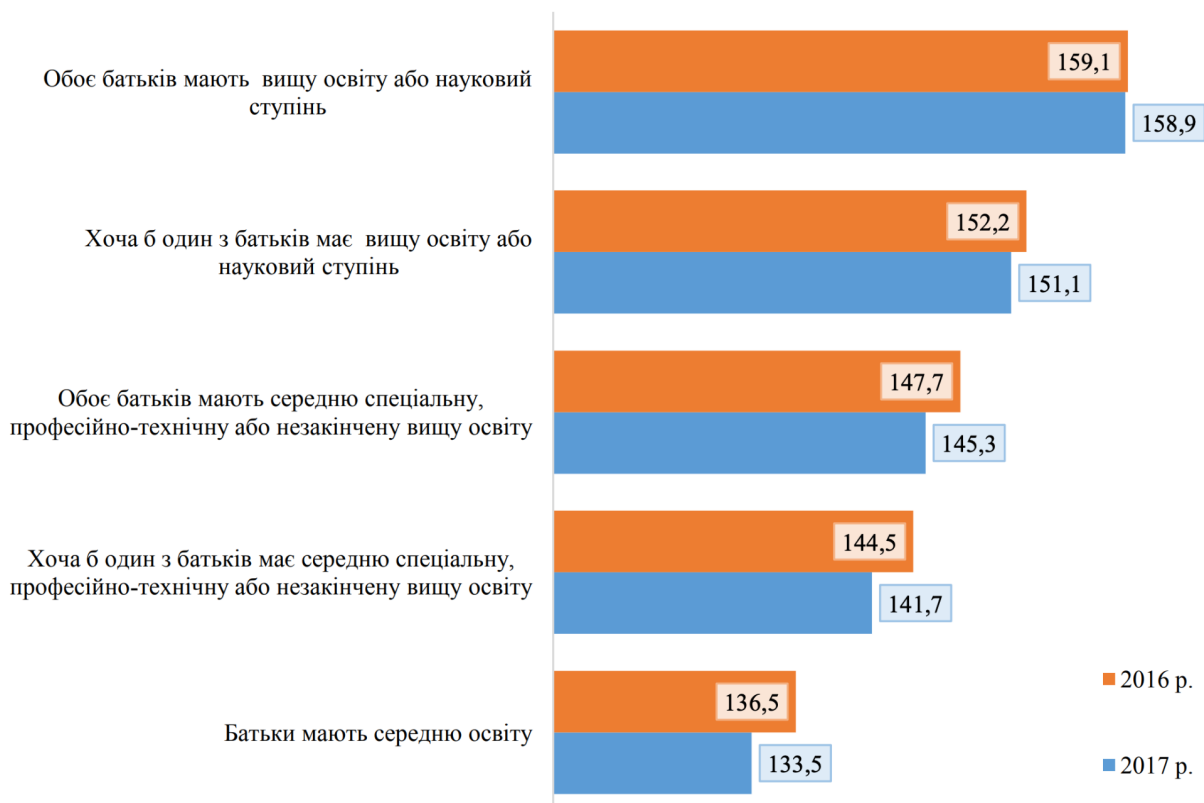


Рис. 1.3.6. Середній бал учасників ЗНО 2016-2017 залежно від освіти батьків  
Джерело: [94]

Також на результати ЗНО впливає посада батьків [74]. Рис. 1.3.7 показує, що кращі результати ЗНО в тих учнів, чії батьки є спеціалістами. Якщо ж батьки учня не мають професійної кваліфікації, то результати учня ймовірніше будуть гірші.



Рис. 1.3.7. Середній бал ЗНО-2017 учнів залежно від посади їхніх батьків  
Джерело: [94]

Одним із очевидних факторів впливу на якість освіти є матеріальне становище сім'ї, у якій виховувався учень [33].

Наприклад, бідні сім'ї можуть мати обмежений доступ до ресурсів, таких як книги, комп'ютери, доступ до Інтернету та інші технології, які можуть бути необхідні для успішного навчання. Крім того, вони можуть не мати можливості забезпечити дітям додаткові заняття, які можуть забезпечити більш широку та глибшу освіту. У таких сім'ях також можуть виникати фінансові проблеми, що можуть впливати на їх здатність забезпечити дітям якісну освіту.

З рис. 1.3.8 видно, що ті учні, які оцінили матеріальне становище власної сім'ї вище середнього рівня, мають більший середній бал ЗНО, аніж ті учні, матеріальне становище сімей яких бажає бути кращим.

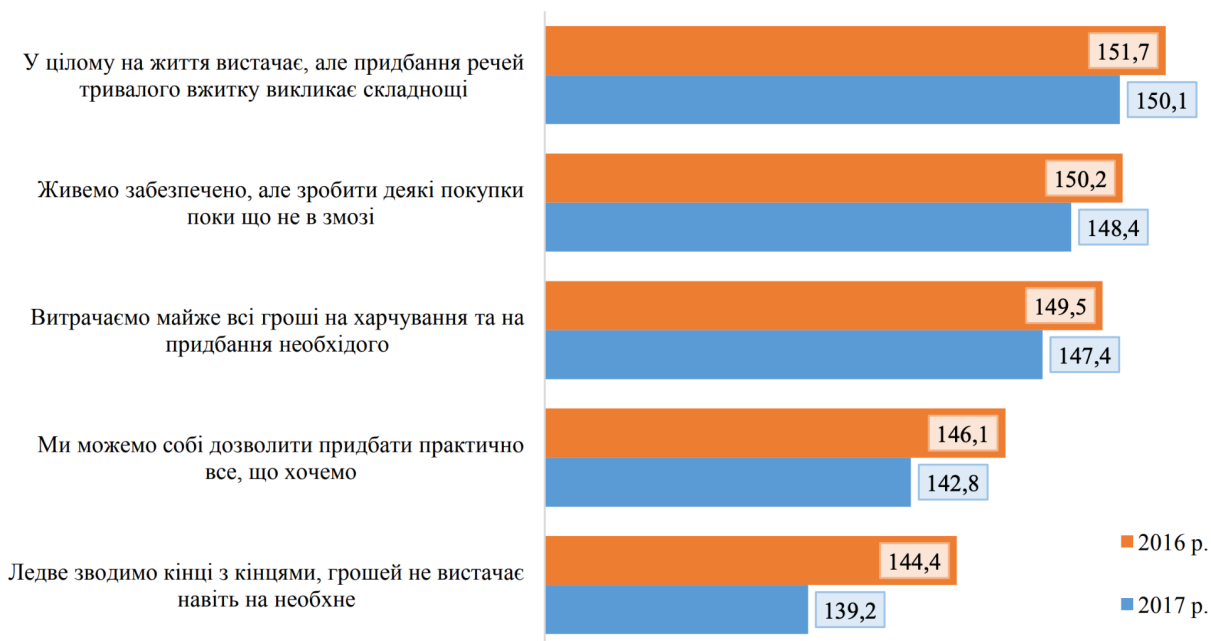


Рис. 1.3.8. Середній бал ЗНО-2016, ЗНО-2017 учнів залежно від матеріального становища їхньої сім'ї

Джерело: [94]

Показниками матеріально становища сім'ї можуть бути ті чи інші предмети, які є у володінні учня [77]. Рис. 1.3.9 показує вплив наявності тих чи інших предметів на середній бал ЗНО-2017. Наприклад, бачимо, що наявність в особистому користуванні багатьох речей робить середній бал більшим, ніж без них. Найбільші розриви демонструють наявність власного телефона, книг (окрім шкільних підручників), доступ до мережі Інтернет, домашня бібліотека та наявність власного письмового стола. Це пов'язано з тим, що вищевказані речі можуть бути гарними атрибутами в навчальному процесі.

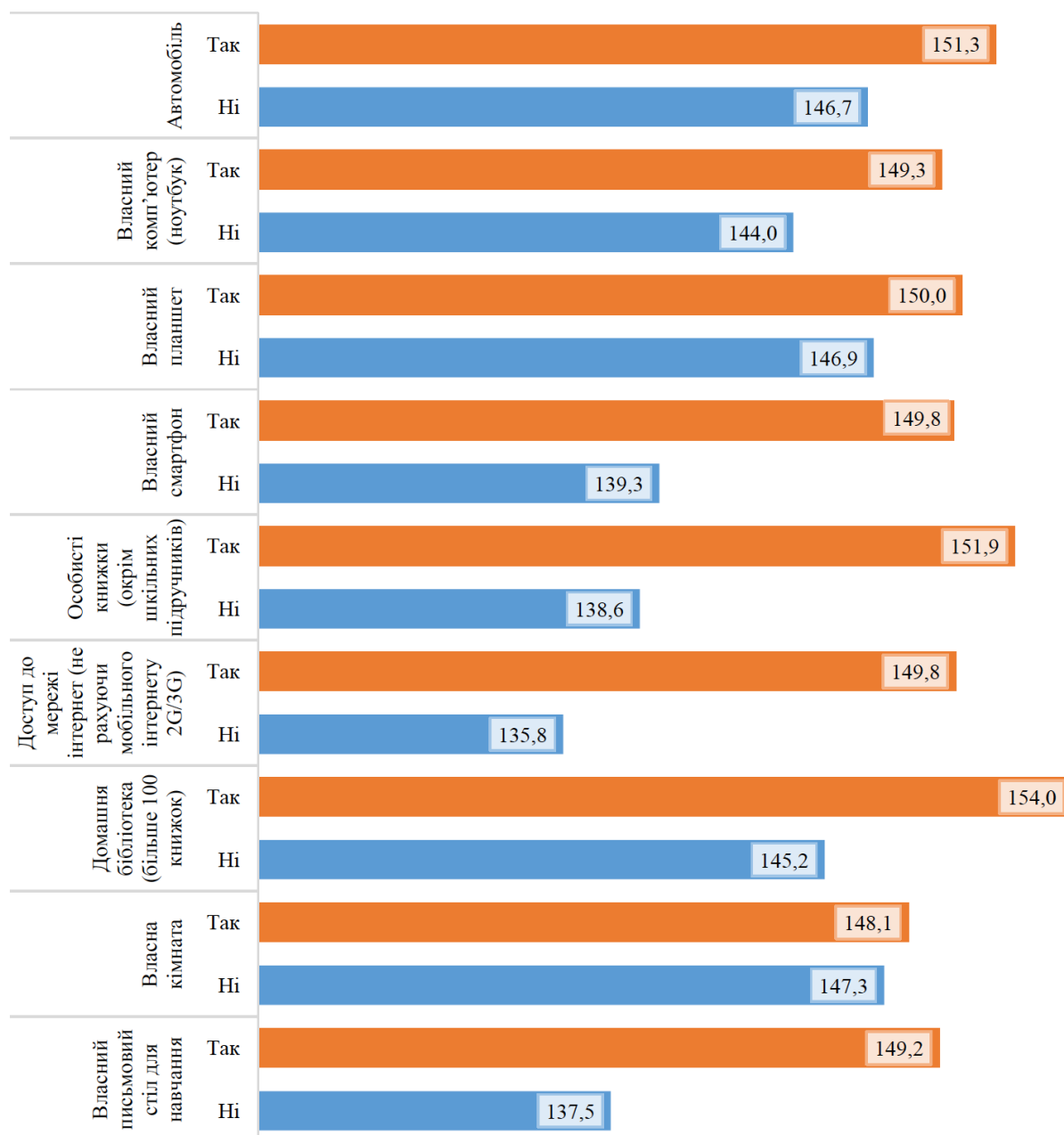


Рис. 1.3.9. Середній бал ЗНО-2017 учнів залежно від наявності деяких особистих речей або предметів розкоші

Джерело: [94]

Наведений статистичний аналіз показує вплив різноманітних чинників (рівень освіти батьків, кваліфікація батьків, матеріальне становище, наявність речей особистого вжитку тощо). Отримані спостереження допоможуть нам краще розуміти підхід до моделювання результатів ЗНО.

## **Висновки до розділу 1**

У першому розділі наведено загальні відомості про систему освіти в Україні, виокремлено особливості дошкільної, середньої, вищої, позашкільної, професійної освіти, проаналізовано основні тенденції розвитку освіти, описано основні методи оцінювання якості освіти, описано соціально-економічні фактори, що впливають на якість освіти, наведено результати статистичного дослідження впливу таких чинників на результати зовнішнього незалежного оцінювання.

Серед тенденцій розвитку освіти виділено розвиток інклюзивного навчання, децентралізація в освіті (створення опорних закладів), активне використання дистанційного та індивідуального навчання, інтеграція штучного інтелекту.

У розділі наведено методи оцінювання якості освіти та вплив Державної служби якості освіти України, Міністерства освіти і науки на якість освіти. Важлива роль виділяється тестуванню PISA, яке оцінює рівень застосування навчальних компетентностей учнями в прикладних завданнях.

Проаналізовано вплив соціально-економічних факторів на результати зовнішнього незалежного оцінювання. Отримані результати показують вплив рівня освіти батьків, кваліфікації батьків, матеріального становища сім'ї, наявності речей особистого вжитку та інших факторів на результати ЗНО. У наступних розділах буде використано цю ідею для створення економіко-математичних моделей.

## **РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ РИНКУ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ**

### **2.1. Аналіз методологічних підходів до дослідження ринку освітніх послуг**

Освітні послуги мають велике соціальне значення і займають особливе місце серед різноманітних послуг, які реалізуються як на світовому, так і на національних ринках. З точки зору економіки ринок освітніх послуг належить до невиробничої сфери, частка якої в розвинутих країнах перевищує 50% і являє собою систему відносин між трьома учасниками: виробником, постачальником і споживачем послуг [20].

Освітня галузь є найбільшою за кількістю зайнятих у ній людей [27]. Залежно від характеру кожного із суб'єктів, ринок освітніх послуг також дуже специфічний для конкретної країни та залежить від вектора розвитку економіки держави. Ринок освітніх послуг безпосередньо пов'язаний зі створенням програм і механізмів, що забезпечують розвиток закладів вищої освіти. Освіта, перш за все, має першорядне значення для інноваційної системи країни, будучи одним із найважливіших ресурсів її формування [21].

Освітні послуги – це послуги, які надаються закладами освіти та науково-дослідними інститутами з метою підвищення якості освіти. Освітні послуги є основою для впровадження освітньої політики, досягнення цілей закладів освіти та сприяння ефективності системи освіти в цілому [32].

Виділяють кілька підходів до визначення поняття освітньої послуги. Українські та зарубіжні вчені й дослідники по-своєму визначають цю категорію (табл. 2.1.1).

## Визначення категорії «освітня послуга»

Автор	Визначення категорії
Оболенська Т. Є.	Комплексна категорія, що включає в себе такі складові елементи: освітньо-кваліфікаційну характеристику (яка встановлює вимоги до освітнього рівня і галузеві кваліфікаційні вимоги до соціально-виробничої діяльності); освітньо-професійну програму (яка визначає нормативну частину змісту навчання, встановлює вимоги до змісту, обсягу та рівня освітньої і професійної підготовки фахівців відповідного освітньо-кваліфікаційного рівня певної спеціальності); системи оцінки знань студентів шляхом проміжного контролю; систему, направлену на вироблення професійних навичок; засоби діагностики, які використовуються для атестації випускників ВНЗ.
Каленюк І. С.	Освітня послуга або продукт освітньої діяльності є результатом здійснення різноманітної (педагогічної, виховної, наукової, організаційно-управлінської) діяльності працівниками сфери освіти для задоволення освітніх потреб окремих людей та всього суспільства.
Ніколаєнко С. М.	Освітня послуга – це не матеріальне, а соціальне благо, система знань, інформації, умінь і практичних навичок задоволення її різноманітних освітніх потреб і реалізації особистих здібностей їх споживача

Автор	Визначення категорії
Александров В. Т.	Освітня послуга – це організований процес навчання для одержання необхідних знань, навичок і вмінь. Це – особливий інтелектуальний товар, який надається стороною, що організовує і здійснює процес навчання, та утримується іншою стороною, яка може бути одночасно і учнем, і контролером якості послуги, і платником за неї.
Огаренко Т. Ю.	Освітня послуга – освітній товар, що являє собою визначену діяльність, що її здійснює виробник, і в процесі якої відбувається задоволення потреби споживача в освіті.

Джерело: складено автором на основі [72, 47, 31, 71, 73].

Проаналізувавши різні підходи до формулювання категорії «освітня послуга», пропонуємо власне визначення.

Освітня послуга – система процесів і засобів, які надаються освітньою установою з метою забезпечення підготовки кваліфікованих фахівців, здобуття різноманітних знань, умінь і навичок, які задовольняють освітні потреби студентів та сприяють їх особистісному розвитку, а також відповідають вимогам суспільства і ринку праці. Освітня послуга є нематеріальним благом, що надається на певних умовах, включаючи вимоги до змісту і якості навчання, оцінки знань та відповідної оплати.

Багато дослідників виділяють різні підходи до аналізу ринку освітніх послуг. Розглянемо деякі методи, запропоновані науковцями.

Кикош Ю. В. [52] у своїй статті розглядає статистичну методологію аналізу ринку освітніх послуг. Він визначає етапи статистичного дослідження, описує

їхню сутність та важливість системного підходу. Автор надає власну систему абсолютних та відносних статистичних показників за різними ступенями освіти.

Гращенко І. С. і Сидоренко Т. А. [37] розглядають динаміку розвитку сфери послуг в Україні, акцентуючи свою увагу на ринку освітніх послуг. У статті автори наводять сучасний стан та проблеми розвитку ринку освітніх послуг.

Ящук Т. А. [111] аналізує різні підходи до визначення поняття «ринок освітніх послуг» та особливості його розвитку.

Гур'янова Л. С., Панасенко О. В., Вознюк С. М. [19] у своїй статті створили систему моделей аналізу ринку освітніх послуг з використанням системного підходу та кластерного аналізу. Автори створили класифікаційні моделі регіонів України за станом розвитку ринку освітніх послуг, запропонувати рейтингову методологію оцінювання країн за рівнем розвитку ринку освітніх послуг, виділили найсприятливіші «опорні» регіони України за рівнем розвитку освітніх послуг.

Карпюк О. А. [49, 50] аналізує стан розвитку ринку освітніх послуг в Україні, визначає основні тенденції та проблеми. У роботі автор досліджує динаміку витратків на освіту, інвестицій в основний капітал освітньої сфери.

Шашкевич О. Л. [106] у своїй статті створює модель визначення оптимальної ціни на послуги закладів вищої освіти України. У роботі автор розраховує точку беззбитковості освітньої діяльності, моделює вплив ціни освітніх послуг на неї, досліджує залежність попиту на освітні послуги залежно від їхньої вартості.

Шевченко В. С. [107] у своїй роботі будує економіко-математичні моделі попиту та пропозиції на ринку освітніх послуг, використовуючи модель лінійної регресії.

Сухий О. О. [100] у статті розглядає методологічні підходи до моделювання ринку освітніх послуг. Автор пропонує власні підходи до формування вартості освітніх послуг, визначає коефіцієнт ефективності цінового регулювання ринку освітніх послуг.

Лавриненко Л. М. [57] досліджує особливості взаємодії та взаємозв'язку ринку освітніх послуг та ринку праці. У праці автор стверджує про дисбаланс між попитом і пропозицією на ринку праці, аналізує досвід європейських країн, пояснює необхідність взаємодії ринків праці та освітніх послуг.

Іванова Н. Ю., Волкотруб А. В. [46] аналізують підходи до ціноутворення на ринку освітніх послуг, формують ефективну цінову стратегію.

Авксентьев М. Ю. [30] аналізує ринок освітніх послуг в Україні, розглядає динаміку його розвитку, висвітлює найпопулярніші та найзатребуваніші спеціальності.

Попов В. О. [84] висвітлює явище експансії ринку освітніх послуг, економізації, маркетингації та комодифікації. Проведений соціологічний аналіз показує зміну уявлення про сутність освітніх послуг.

Карпюк, О. А., Мамонова, Г. В. [48] у своїй роботі створюють економіко-математичну модель ринку освітніх послуг. У моделюванні застосовані ланцюги Маркова та метод екстраполяції даних. Побудовано прогнозні значення стану розвитку ринку освітніх послуг, розроблено декілька прогнозних сценаріїв.

Як бачимо, дослідники пропонують різноманітні підходи для дослідження ринку освітніх послуг, однак багато з них не використовують глибинного апарату економіко-математичного моделювання. У наступному підрозділі розглянемо види саме таких моделей, що можуть бути використані для ринку освітніх послуг.

## 2.2. Види економіко-математичних моделей для ринку освітніх послуг

Економіко-математичні моделі є потужним інструментом для розуміння складних економічних процесів та передбачення їхнього майбутнього розвитку. У контексті освіти, такі моделі можуть бути використані для дослідження ринку освітніх послуг, щоб допомогти у прийнятті рішень щодо розвитку освіти, а також у залученні інвесторів.

У минулому підпункті було проаналізовано низку робіт, у яких автори застосовують різноманітні методи дослідження ринку освітніх послуг. Однак у таких роботах рідко можна зустріти прийоми економіко-математичного моделювання, хоч цей інструмент є корисним для аналізу даних, побудові прогнозів та формулюванні стратегій.

Використання матеріальних моделей для ринку освітніх послуг є недоцільним, тому переважна частина моделей є абстрактними. Абстрактні моделі дозволяють досліджувати складні явища та процеси шляхом використання математичних та логічних підходів, які дозволяють відобразити ідеї та концепції у вигляді формальних конструкцій. Це дозволяє аналітикам, науковцям та іншим дослідникам вивчати та прогнозувати різні явища та процеси у відсутності конкретних фізичних об'єктів або систем [109].

Економіко-математична модель – це модель, яка дозволяє відтворювати та аналізувати економічні явища та процеси, зокрема у сфері освіти. Використання таких моделей дозволяє прогнозувати наслідки різних рішень, оцінювати ефективність різних програм та проєктів, а також вивчати взаємодію між різними аспектами освітньої системи [36].

У моделюванні освіти економіко-математичні моделі можуть бути застосовані для вивчення ефективності різних програм та політик у галузі освіти, визначення оптимальних рівнів фінансування та розподілу бюджету, оцінювання впливу змін в демографічній та економічній ситуації на освітні процеси, вивчення впливу соціально-економічних чинників на рівень освіти,

прогнозування змін у попиті на різні види освіти залежно від змін в економічній ситуації країни тощо.

Економіко-математичні моделі поділяються на описові та оптимізаційні [109].

Описові моделі – це моделі, які описують економічні явища та процеси за допомогою математичних формул та рівнянь, але не містять оптимізаційних або ігрових елементів. Такі моделі часто використовуються для дослідження різних економічних явищ та їх взаємодії, а також для прогнозування подальшого розвитку галузей та економіки в цілому [109].

У моделюванні освіти описові економіко-математичні моделі можуть застосовуватися, наприклад, для вивчення витрат на освіту та їх впливу на якість освіти. Такі моделі можуть допомогти оцінити витрати на освіту на одного студента або на одну школу, а також вивчити, як витрати на різні рівні освіти впливають на рівень знань та навичок учнів та студентів.

Оптимізаційні моделі – це моделі, які використовуються для пошуку найкращих рішень на основі математичних алгоритмів. Вони базуються на формулюванні цільової функції та обмежень, що стосуються системи, яку необхідно оптимізувати. Такі моделі можуть бути використані для визначення найбільш ефективного способу використання ресурсів та підвищення якості освіти [109].

Оптимізаційні економіко-математичні моделі можуть мати декілька варіантів вираження. Одним з найбільш поширених підходів є лінійне програмування, яке забезпечує максимальну або мінімальну цільову функцію при певних обмеженнях [109]. Використання таких моделей може допомогти визначити оптимальний розподіл фінансових ресурсів, що призначені на освіту, з урахуванням різних факторів, таких як кількість учнів та рівень їхньої освіти, витрати на заробітну плату вчителів тощо.

Потужним інструментом для моделювання на ринку освітніх послуг є застосування моделей інтелектуального аналізу даних, що буде розглянуто в наступному підпункті.

Серед основних переваг використання інструментарію економіко-математичного моделювання можна виділити такі [36]:

- економіко-математичні моделі дають можливість здійснювати аналіз науково обґрунтований, не залежно від особистих уподобань аналітика;

- за допомогою економіко-математичних моделей можна здійснювати швидкий аналіз, що зменшує кількість часу та зусиль, витрачених на дослідження ринку;

- економіко-математичні моделі дають можливість прогнозувати розвиток ринку освітніх послуг на основі аналізу різних сценаріїв;

- економіко-математичні моделі дають можливість отримувати точні результати на основі математичних формул та статистичних даних, що зменшує ризики помилкових рішень;

- за допомогою економіко-математичних моделей можна здійснювати контроль за реалізацією стратегії на ринку освітніх послуг та вчасно реагувати на зміни в цьому ринку.

У працях і статтях, які були розглянуті в попередньому підпункті, переважно використано інші підходи до аналізу ринку освітніх послуг. Економіко-математичне моделювання є потужним інструментом, наразі недооціненим в цій царині. Перспективи його використання допоможуть краще сформулювати стратегію ринку освітніх послуг.

### 2.3. Інтелектуальний аналіз даних на ринку освітніх послуг

Інтелектуальний аналіз даних (Data Mining) – потужний інструмент, який широко використовується в моделюванні. Сфера освіти – не виняток, тому розглянемо детальніше особливості цього методу.

Є кілька шляхів до визначення терміну Data Mining. Нижче наведено деякі з них.

Data Mining – це процес виявлення в «сирих» даних раніше невідомих, нетривіальних, практично корисних і доступних інтерпретації знань, необхідних для ухвалення рішень в різних сферах людської діяльності [8].

Data Mining – це процес, мета якого – виявити нові значущі кореляції, зразки і тенденції в результаті просіювання великого об'єму даних, що зберігаються, з використанням методів розпізнавання зразків плюс застосування статистичних і математичних методів [13].

Data Mining – це процес виділення, дослідження і моделювання великих об'ємів даних для виявлення невідомих до цього структур з метою досягнення переваг в бізнесі [11].

Інтелектуальний аналіз даних включає в себе низку наук, серед яких: статистика, машинне навчання, математичні дисципліни, алгоритмізація, штучний інтелект, бази даних, візуалізація, розпізнавання образів [9].

Data Mining широко застосовується в різних сферах, де існують дані, які необхідно проаналізувати. Серед них можна виділити такі: економіка, фінанси та банківський сектор, маркетинг та соціальні мережі, роздрібна торгівля, страхування, телекомунікації, хімія, медицина, гена інженерія, освіта та багато інших.

Виділяють 5 основних задач інтелектуального аналізу даних (табл. 2.3.1).

## Характеристика задач Data Mining

Задача	Опис	Переваги	Недоліки	Приклад застосування
Кластеризація	Групування об'єктів в класи, такі, що об'єкти в кожному класі подібні між собою, а об'єкти з різних класів мають явно відмінні властивості.	Легко інтерпретовані результати, здатність виявляти нові, неочевидні залежності	Потребують попередньої специфікації кількості та розміру класів, висока чутливість до початкових центроїдів.	Рекомендації товарів для покупців на основі подібних вподобань, групування клієнтів банку на основі подібних патернів використання послуг.
Класифікація	Навчання моделі на основі вхідних даних та використання цієї моделі для класифікації нових об'єктів на основі їх характеристик.	Здатність до розпізнавання складних залежностей, висока точність результатів	Потребують великої кількості даних для навчання, можуть бути важкі для інтерпретації.	Класифікація листів електронної пошти як спаму або не спаму, визначення характеру захворювання на основі медичних даних.

Задача	Опис	Переваги	Недоліки	Приклад застосування
Асоціативний аналіз	Виявлення зв'язків та між різними атрибутами в даних, таких як спільна відвідуваність певних сайтів або зв'язок між покупками різних товарів.	Дозволяє виявляти складні залежності між атрибутами, високо ефективний для великих наборів даних	Може бути чутливий до шуму та неправильних даних, може бути важким для інтерпретації.	Рекомендації супутніх товарів на основі попередніх покупок, виявлення залежностей між продуктами в магазині на основі даних продажів.
Послідовність	Виявлення залежностей між послідовними даними, такими як відвідування веб-сайту в певний час доби або покупки в магазині в певний день тижня	Здатність до виявлення слабких залежностей та урахування часових факторів, висока точність прогнозування	Потребують чітко визначених часових маркерів, можуть бути чутливі до неповних або неправильних даних.	Прогнозування популярних пунктів відпочинку на основі попередніх даних про бронювання, визначення залежності між попитом на певний продукт та погодними умовами

Задача	Опис	Переваги	Недоліки	Приклад застосування
Прогнозування	Використання даних для прогнозування майбутніх результатів та подій на основі попередніх знань та залежностей	Здатність до виявлення складних залежностей та висока точність прогнозування	Потребують багато даних, чутливі до неправильних даних.	Прогнозування прибутку компанії на наступний квартал на основі попередніх результатів, прогнозування попиту на товари на основі попередніх даних про продажі

Джерело: складено автором на основі [103]

Процес інтелектуального аналізу даних, відомий як CRISP-DM [105], складається з наступних етапів:

1. Аналіз бізнес-процесів. Перш ніж приступити до роботи з даними, необхідно зрозуміти сутність сфери, з якої ці дані зібрано. Якщо ці дані стосуються якого проєкту, то треба зрозуміти цілі аналізу даних, якою є поточна ситуація, якою ця ситуація може стати після інтелектуального аналізу даних, якими є критерії успіху, перелік наявних ресурсів та обмежень.

2. Розуміння даних. Після того, як бізнес-проблема була чітко визначена, настав час почати думати про дані. На цьому етапі відбувається збір та опис даних. Це стосується того, які джерела доступні, як вони будуть захищені та збережені, як збиратиметься інформація та як може виглядати кінцевий результат або аналіз. Цей крок також включає визначення обмежень та того, як ці обмеження впливають на процес інтелектуального аналізу даних. На етапі розуміння відбувається перевірка якості даних.

3. Підготовка даних. На цьому етапі дані збираються, завантажуються, витягуються або обчислюються. Зібрану базу даних очищають, стандартизують, очищають від викидів, оцінюють на наявність помилок і перевіряють на обґрунтованість. На цьому етапі інтелектуального аналізу даних також можна перевірити розмір даних, оскільки надмірна кількість інформації може сповільнити обчислення та процес побудови моделей.

4. Моделювання. Маючи в руках підготовлений набір даних, переходимо до найважливішого. Обираються моделі, що будуть використовуватися, визначаються критерії адекватності моделей. Відбувається побудова моделей.

5. Оцінювання результатів. Інтелектуальний аналіз даних завершується оцінкою результатів побудованих моделей. Результати можуть бути узагальнені, інтерпретовані та представлені особам, які приймають рішення, які до цього моменту були переважно виключені з процесу інтелектуального аналізу даних. На цьому кроці організації можуть прийняти рішення щодо подальших на основі отриманих результатів.

6. Впровадження змін і моніторинг. Процес аналізу даних завершується тим, що керівництво вживає заходів у відповідь на результати аналізу. Компанія може вирішити, що інформація була недостатньо достовірною або висновки були нерелевантними, або компанія може стратегічно змінитися на основі висновків. У будь-якому випадку керівництво аналізує кінцевий вплив бізнесу та відтворює майбутні цикли інтелектуального аналізу даних, визначаючи нові бізнес-проблеми чи можливості.

Для побудови моделей на ринку освітніх послуг у наступному розділі використовуватимемо методи класифікації та кластеризації. Зупинімося на них детальніше.

Класифікація – системний розподіл предметів, явищ, процесів, які вивчаються, за родами, видами, типами, за якими-небудь істотними ознаками для зручності їх дослідження; групування вихідних понять і розташування їх у певному порядку, що відображає міру цієї схожості [103].

Основні методи класифікації наведено в табл. 2.3.2.

## Методи класифікації

Метод	Характеристика
Логістична регресія	Метод моделює ймовірність того, що вихідний сигнал належить до певного класу за допомогою логістичної функції.
Лінійна регресія	Статистичний метод, що використовується для прогнозування числових значень на основі лінійної залежності між змінними. Він моделює залежність вихідного даних від незалежних змінних за допомогою лінійної функції.
Дерева рішень	Метод машинного навчання, що використовується для класифікації та прогнозування значень на основі дерева з рішеннями. Кожен вузол дерева відповідає тесту на одну з вхідних змінних, а кожна гілка виходить з вузла відповідає можливим значенням цього тесту.
Random forest	Метод машинного навчання, який використовує багато різних дерев рішень для класифікації. Кожне дерево обчислює свій власний результат, а потім збирається в один результат шляхом голосування або середнього значення.
Naive Bayes	Статистичний метод, який використовується для класифікації на основі теореми Байєса. Він моделює взаємозв'язок між вхідними змінними та категоріями за допомогою ймовірностей. Метод передбачає, що всі вхідні змінні незалежні між собою, що називається "наївним" припущенням, що дозволяє спрощувати обчислення.

Метод	Характеристика
SVM (Support Vector Machine)	Метод машинного навчання, що використовується для класифікації та регресії. Він шукає гіперплощину, яка максимально розділяє дві класи вхідних змінних. SVM може використовувати різні ядра, які дозволяють працювати з не лінійно роздільними даними
KNN (k Nearest Neighbor)	Метод використовує відстань між вхідними змінними для знаходження k найближчих сусідів. Значення вихідного сигналу потім вирішується шляхом голосування або середнього значення k найближчих сусідів. Метод простий у реалізації та може давати добрі результати для невеликих даних, але може працювати дуже повільно для великих даних

Джерело: складено автором на основі [103]

Кластеризація призначена для розбиття сукупності об'єктів на однорідні групи (кластери або класи) [103].

Основні методи класифікації наведено в табл. 2.3.3.

## Методи кластеризації

Метод	Характеристика
Density-Based Clustering	Метод, що використовує щільність даних для виділення кластерів. Він шукає області в просторі даних, де щільність точок вища за певний поріг. Цей метод добре підходить для виявлення кластерів будь-якої форми та розміру, а також для виявлення шуму.
OPTICS (Ordering Points to Identify Clustering Structure)	Метод, що використовує щільність даних та порядок точок для виділення кластерів. Він будує граф, де вершини представляють точки даних, а ребра - відстані між ними. OPTICS розглядає точки з високою щільністю та з'єднує їх у кластери, дотримуючись порядку їх розташування в даних. Метод може працювати з даними різної щільності та розміру, а також дозволяє виявляти кластери різної форми.
DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise)	Метод, що використовує щільність даних для виділення кластерів. Він знаходить точки, що належать кластеру, на основі їх щільності та відстані між ними. DBSCAN дозволяє виявляти кластери будь-якої форми та розміру, а також виявляти шум.
HDBSCAN (Hierarchical Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise)	Ієрархічний метод, який використовує густину як ключовий параметр для кластеризації даних.

Метод	Характеристика
Hierarchical Clustering	Метод, який об'єднує об'єкти в кластери залежно від їх відстані між собою і будує ієрархічну структуру.
Fuzzy Clustering	Метод, який використовує функції належності, щоб присвоїти кожному об'єкту деяку ступінь належності до кластерів.
Partitioning Clustering	Метод, який розбиває дані на $k$ кластерів, де $k$ є заданим параметром.
PAM (Partitioning Around Medoids)	Вид методу Partitioning Clustering, який використовує медоїди (найбільш типові представники кожного кластеру) як центри кластерів.
Grid-Based Clustering	Метод, який розбиває простір даних на сітку і призначає кожному точку до певної комірки сітки.

Джерело: складено автором на основі [103]

Інтелектуальний аналіз даних – потужний інструмент, який можна використовувати в багатьох сферах, однак наразі існує мало досліджень, які використовують Data Mining для аналізу освіти. У наступному розділі побудуємо класифікаційні та кластеризаційні моделі для результатів НМТ 2022 року, щоб показати ідею застосування інтелектуального аналізу даних на ринку освітніх послуг.

## **Висновки до розділу 2**

Цей розділ присвячений аналізу підходів до визначення категорії «освітня послуга», аналізу досліджень освітніх послуг в різних наукових та періодичних виданнях. На основі проведеного дослідження було сформульовано визначення категорії «освітня послуга».

Освітня послуга – система процесів і засобів, які надаються освітньою установою з метою забезпечення підготовки кваліфікованих фахівців, здобуття різноманітних знань, умінь і навичок, які задовольняють освітні потреби студентів та сприяють їх особистісному розвитку, а також відповідають вимогам суспільства і ринку праці. Освітня послуга є нематеріальним благом, що надається на певних умовах, включаючи вимоги до змісту і якості навчання, оцінки знань та відповідної оплати.

У розділі досліджено види економіко-математичних моделей для ринку освітніх послуг, особливу увагу приділено методам інтелектуального аналізу даних. Охарактеризовано основні задачі Data Mining, описано етапи процесу інтелектуального аналізу даних CRISP-DM, подано порівняльну характеристику методів класифікації та кластеризації.

У працях і статтях, які були розглянуті в цьому розділі, переважно використано інші підходи до аналізу ринку освітніх послуг. Економіко-математичне моделювання в цілому та інтелектуальний аналіз даних є потужними інструментами, наразі недооціненими в цій царині. Перспективи їхнього використання допоможуть краще сформулювати стратегію ринку освітніх послуг.

## РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЮВАННЯ НА РИНКУ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ

### 3.1. Опис бази даних

Базою даних для моделювання освіти було обрано БД (відкриті дані на сайті УЦОЯО) НМТ, проведеного в 2022 році.

Замість цієї бази даних могли би бути результати ЗНО, однак через повномасштабне вторгнення російської федерації реєстрація на ЗНО, розпочата 1 лютого 2022 року, була призупинена. Умови, що склалися, призвели до неможливості проведення зовнішнього незалежного оцінювання в класичному форматі, який використовувався понад 10 років до цього. Через це Верховною Радою України було ухвалено Закон України від 24 березня 2022 року № 2157-ІХ «Про внесення змін до деяких законів України у сфері освіти», відповідно до якого було визначено особливий порядок відбору до закладів вищої освіти у 2022 році [85].

Внаслідок ухвалення закону Міністерство освіти і науки України оголосило про проведення вступних випробувань у новому форматі - національного мультипредметного тесту у вигляді комп'ютерного тестування замість класичного формату ЗНО. При формуванні бази даних учасників було використано дані тих учасників, які встигли зареєструватися на ЗНО до 24 лютого. Для інших учасників вирішено спростити процес реєстрації, розуміючи, що у зв'язку з різними чинниками (тимчасова окупація деяких регіонів, виїзд потенційних учасників в інші регіони та за межі країни тощо) зібрати весь необхідний для проходження ЗНО є неможливим.

Однією з проблем формування бази даних учасників НМТ було проблема визначення місця розташування їх у дати проведення тестування. Для цього проведено кілька етапів підтвердження місця проходження НМТ (перший етап для приблизного визначення необхідної кількості тимчасових пунктів тестування та другий - для фінального розподілу учасників по тимчасових екзаменаційних центрах (ТЕЦ)).

Упродовж першого етапу своє бажання проходити НМТ підтвердила 229 001 особа (201 058 – в Україні, 27 943 – за кордоном) [81], що дало змогу почати попередню підготовку до формування ТЕЦ.

Під час другого етапу реєстрації складати НМТ під час основної сесії виявили бажання 206 423 особи (181 427 – в Україні, 24 996 – за кордоном) [81].

Учасники, які з тих чи інших причин, не зареєструвалися на проходження НМТ під час основної сесії мали змогу зробити це в додатковій та спеціальній сесіях. Скористалися такою можливістю 25 879 учасників (22 129 – в Україні, 3750 – за кордоном) [81].

Завдяки злагодженим діям усіх установ, що брали участь в організації та проведенні НМТ, його вдалося провести в 21 області та м. Києві. На жаль, неможливим було проведення тестування на території Донецької, Луганської, Херсонської областей, АР Крим та м. Севастополь [81].

Для осіб, які у зв'язку з воєнними діями змушені були покинути територію України, було організовано тимчасові екзаменаційні центри в 46 містах Європи, США та Канади [81].

Основну сесію НМТ було проведено протягом 22 липня – 4 серпня, додаткові – 17-18 серпня та спеціальну – 15 вересня [101].

Учасникам НМТ було запропоновано за дві години виконати завдання з трьох предметів: української мови, історії України та математики. Одразу після проходження тестування учасники бачили свій тестовий бал, якому відповідав результат за спеціальною шкалою 100–200 балів.

Далеко не всі зареєстровані учасники скористались можливістю пройти НМТ. На проведення основної сесії з'явилося 92,4% зареєстрованих учасників (167 578 осіб), додаткової - 85,5% (18 924 учасники), спеціальної - 83,9% (4788 осіб) [81].

У ТЕЦ, розташованих в Україні, явка була доволі високою (найбільші показники - 95% у Київській області, 94,4% у Львівській області). Меншою (80,8% або 20 204 учасники під час основної сесії та 77,2% або 2894 учасники під

час додаткової) була явка учасників НМТ в ТЕЦ за кордоном. Спеціальна сесія за кордоном не проводилася [81].

Зведені дані щодо учасників НМТ, тимчасові екзаменаційні центри та показники явки наведено в додатках А, Б, В відповідно.

Надалі для аналізу використовуватимемо базу даних, яка складається з 234 104 зареєстрованих учасників з усіх сесій (основної, додаткової та спеціальної). Кожен учасник характеризується такими показниками як рік народження, стать, регіон проживання, тип населеного пункту (місто, селище міського типу, село/селище), тип закладу освіти, категорія учасника (випускник закладу загальної середньої освіти 2022 року, випускник минулих років, студент закладу вищої / фахової передвищої освіти, учень (слухач) закладу професійної (професійно-технічної) освіти) та отримані бали з української мови, історії України та математики за 200-бальною шкалою. Пропущені дані та результати учасників, які не з'явилися для проходження тестування замінено значенням -1.

Розглянемо основні статистичні показники учасників НМТ з бази даних.

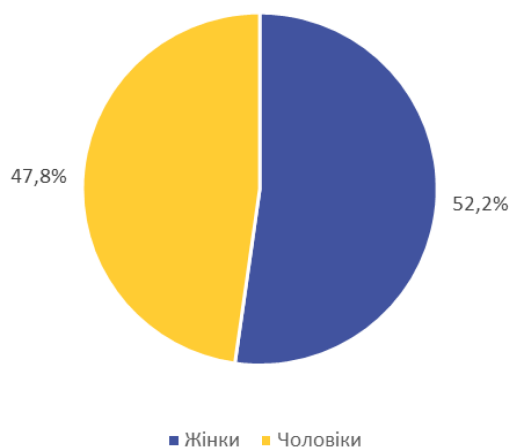


Рис. 3.1.1. Розподіл учасників НМТ за статтю

Джерело: складено автором на основі [101]

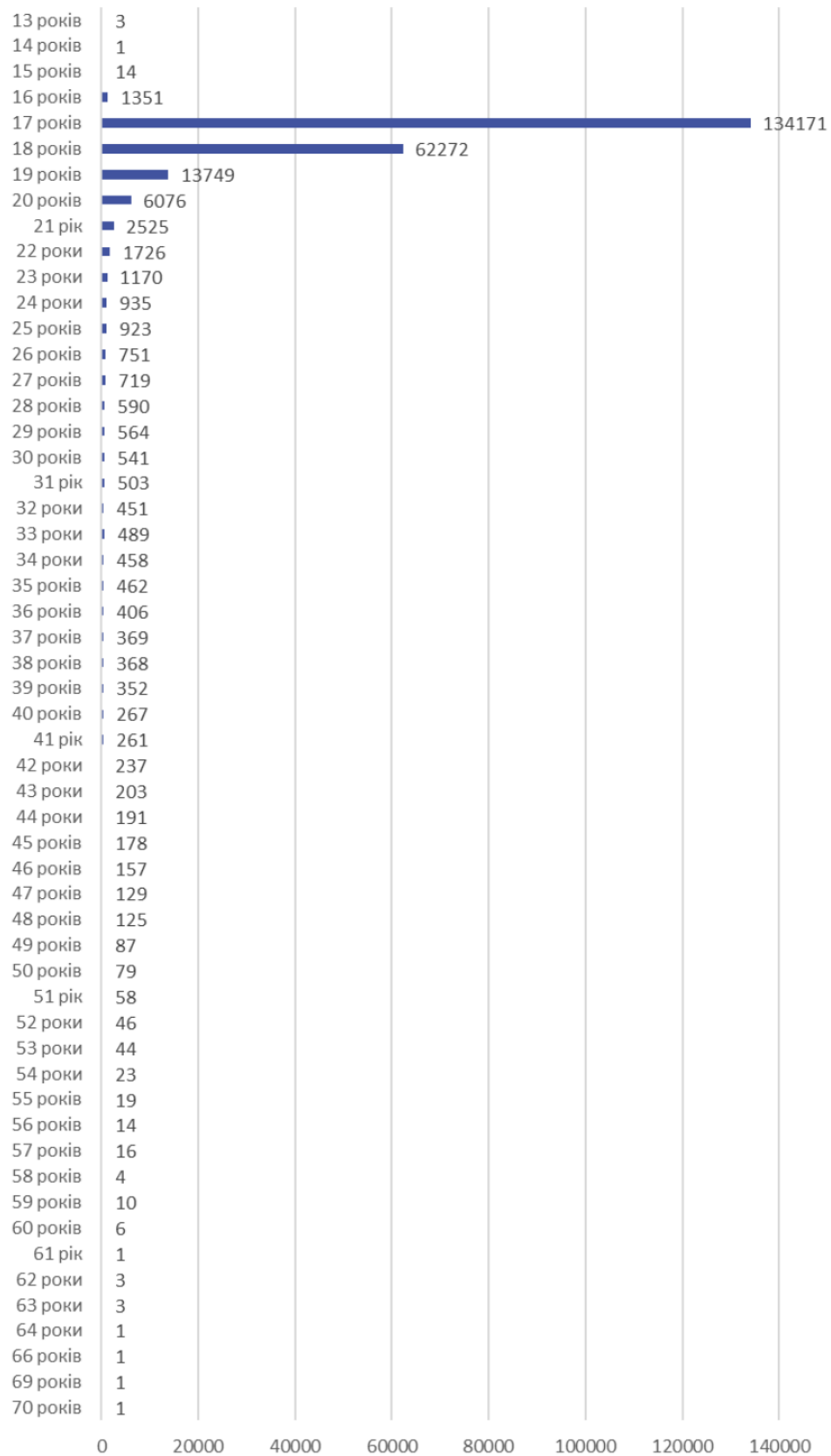


Рис. 3.1.2. Розподіл учасників НМТ за віком

Джерело: складено автором на основі [101]

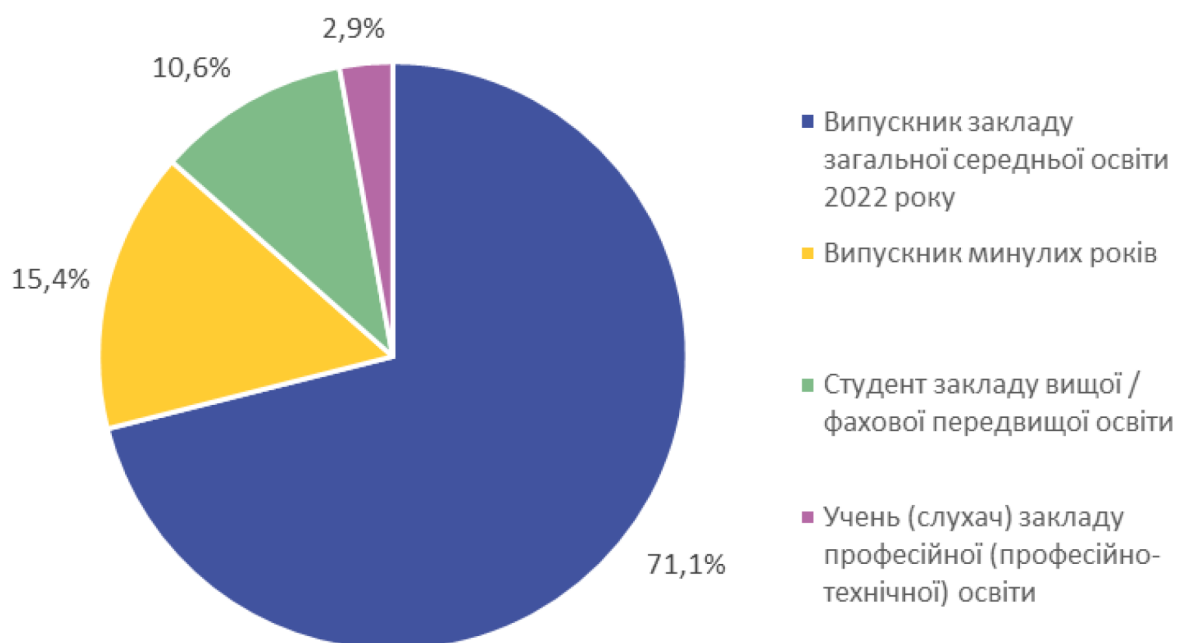


Рис. 3.1.3. Розподіл учасників НМТ за категоріями

Джерело: складено автором на основі [101]

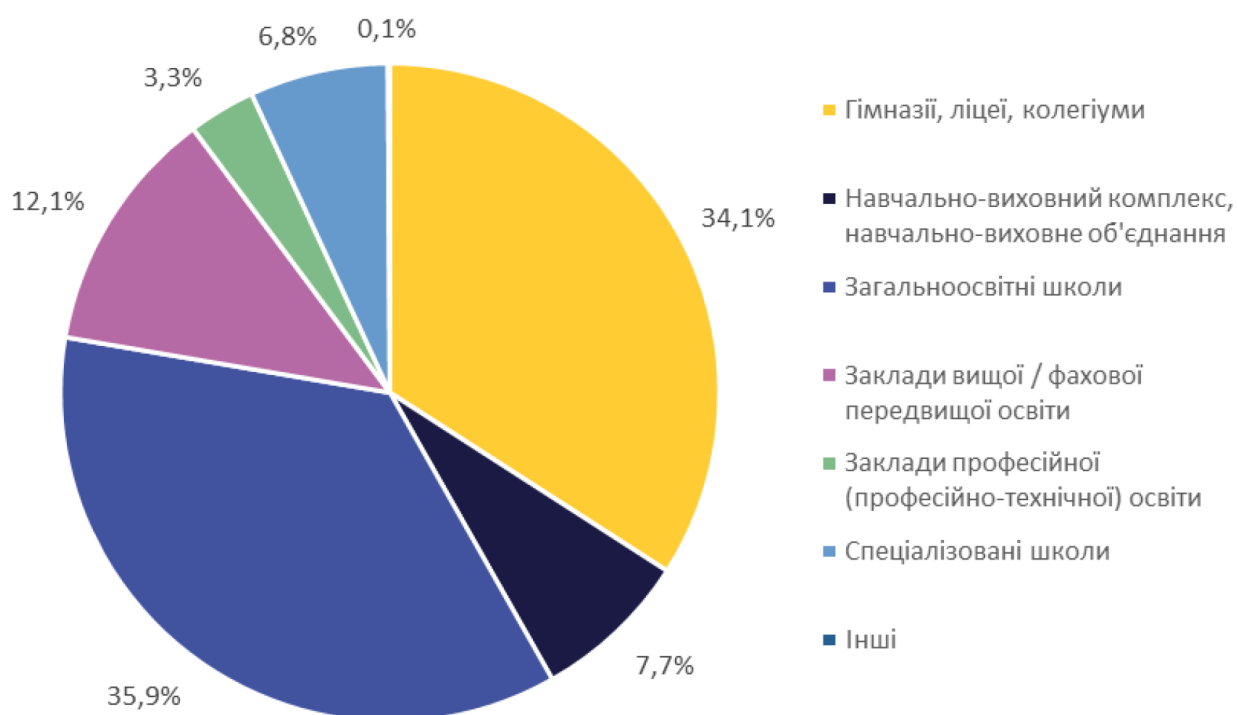


Рис. 3.1.4. Розподіл учасників НМТ за типом закладу освіти

Джерело: складено автором на основі [101]

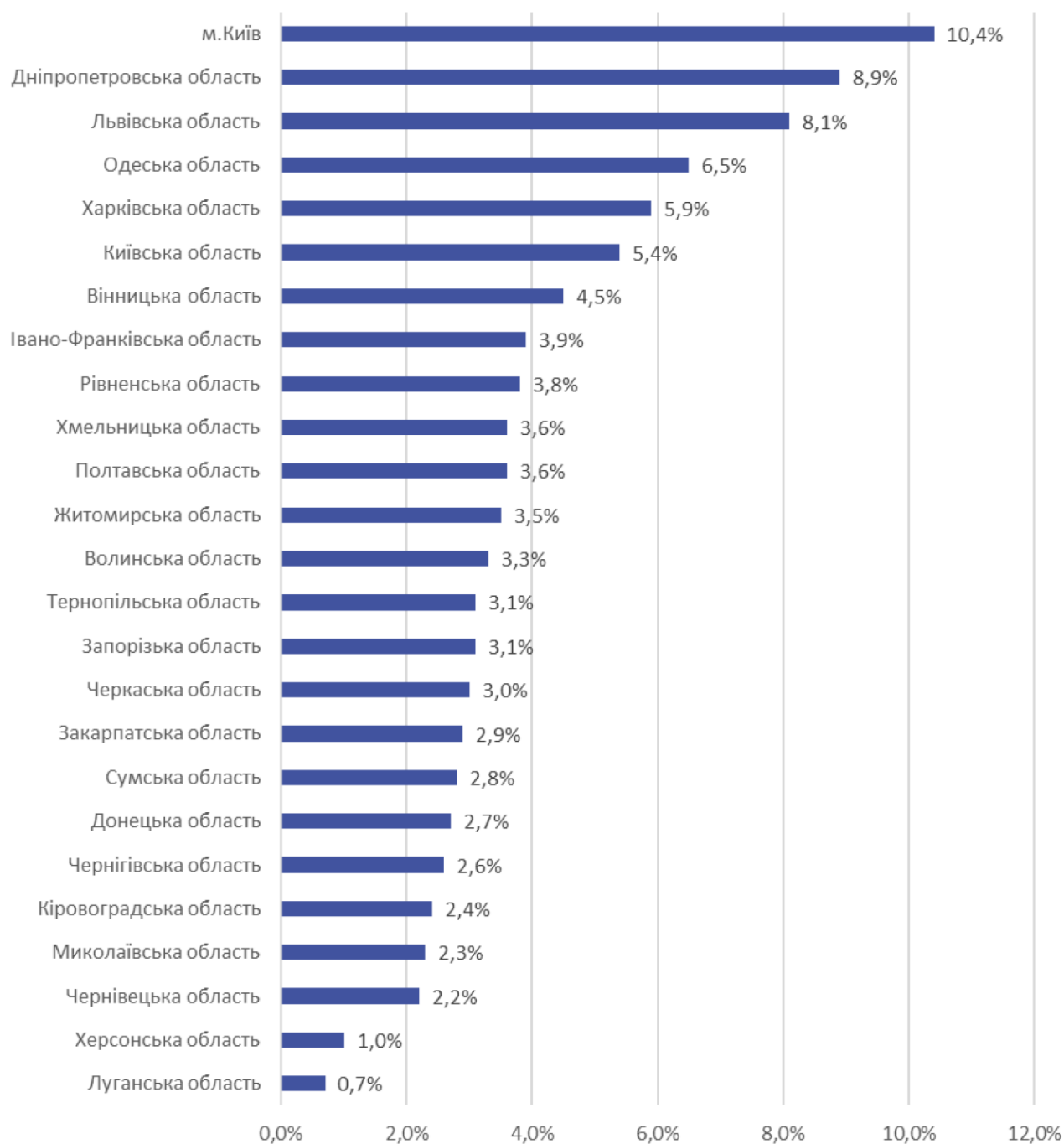


Рис. 3.1.5. Розподіл учасників НМТ за регіонами

Джерело: складено автором на основі [101]

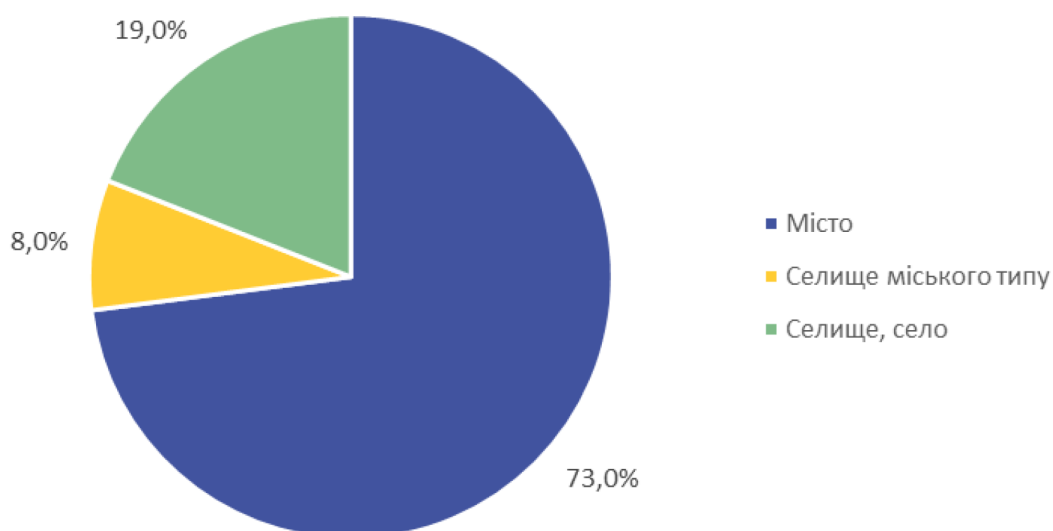


Рис. 3.1.6. Розподіл учасників НМТ за типом населеного пункту

Джерело: складено автором на основі [101]

Розглянемо основні статистичні показники результатів учасників НМТ з української мови залежно від основних характеристик учасників.

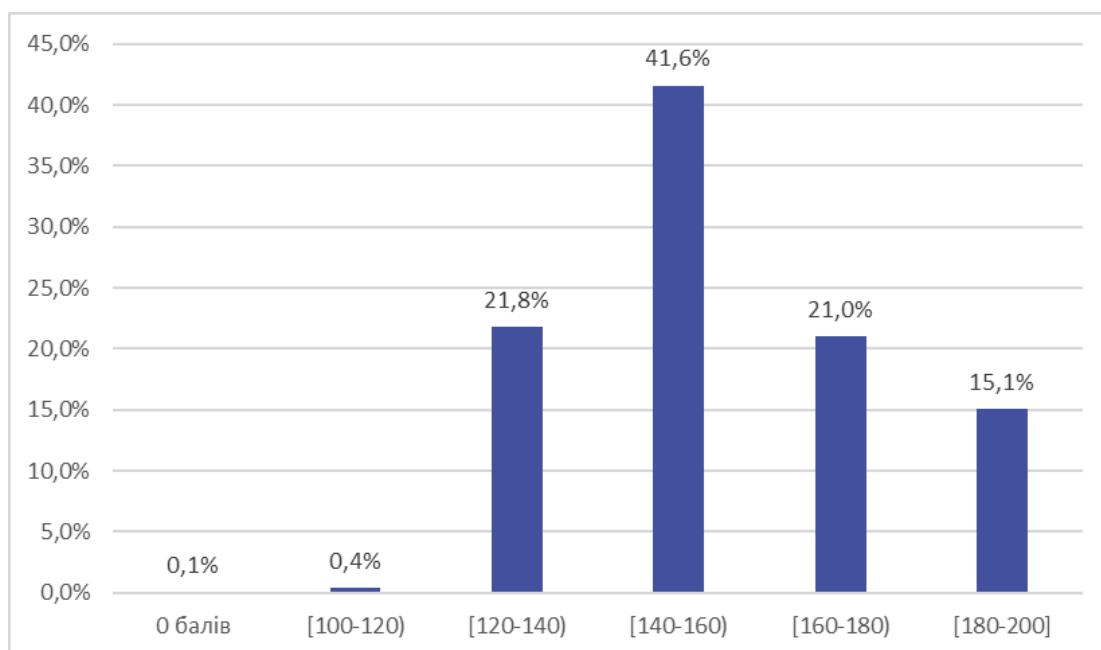


Рис. 3.1.7. Розподіл результатів НМТ з української мови

Джерело: складено автором на основі [101]

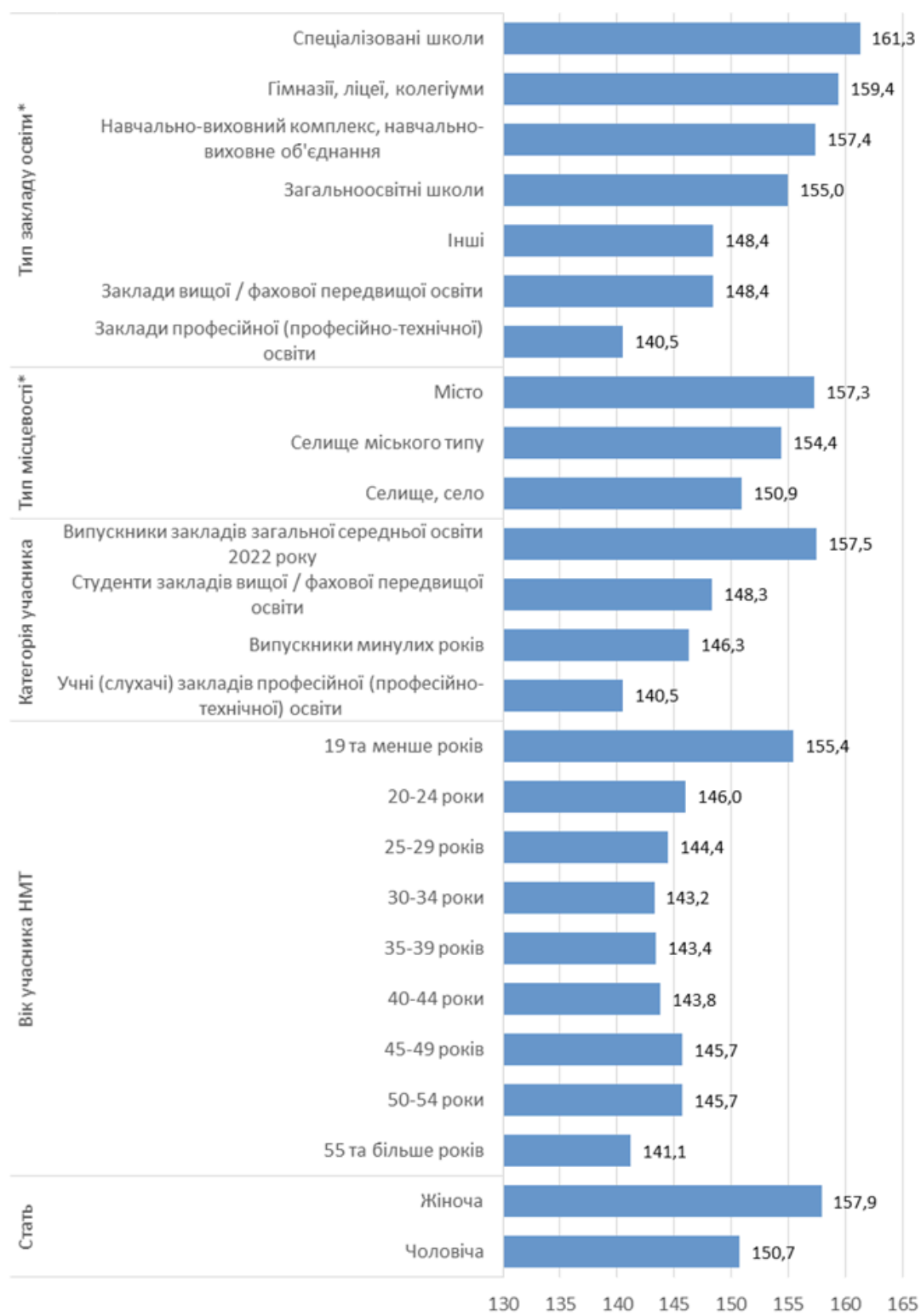


Рис. 3.1.8. Середні результати учасників НМТ з української мови залежно від типу закладу освіти\*, типу місцевості\*, категорії, віку та статі

Джерело: складено автором на основі [101]

\*для учасників, я здобули повну загальну середню освіту в 2022 році

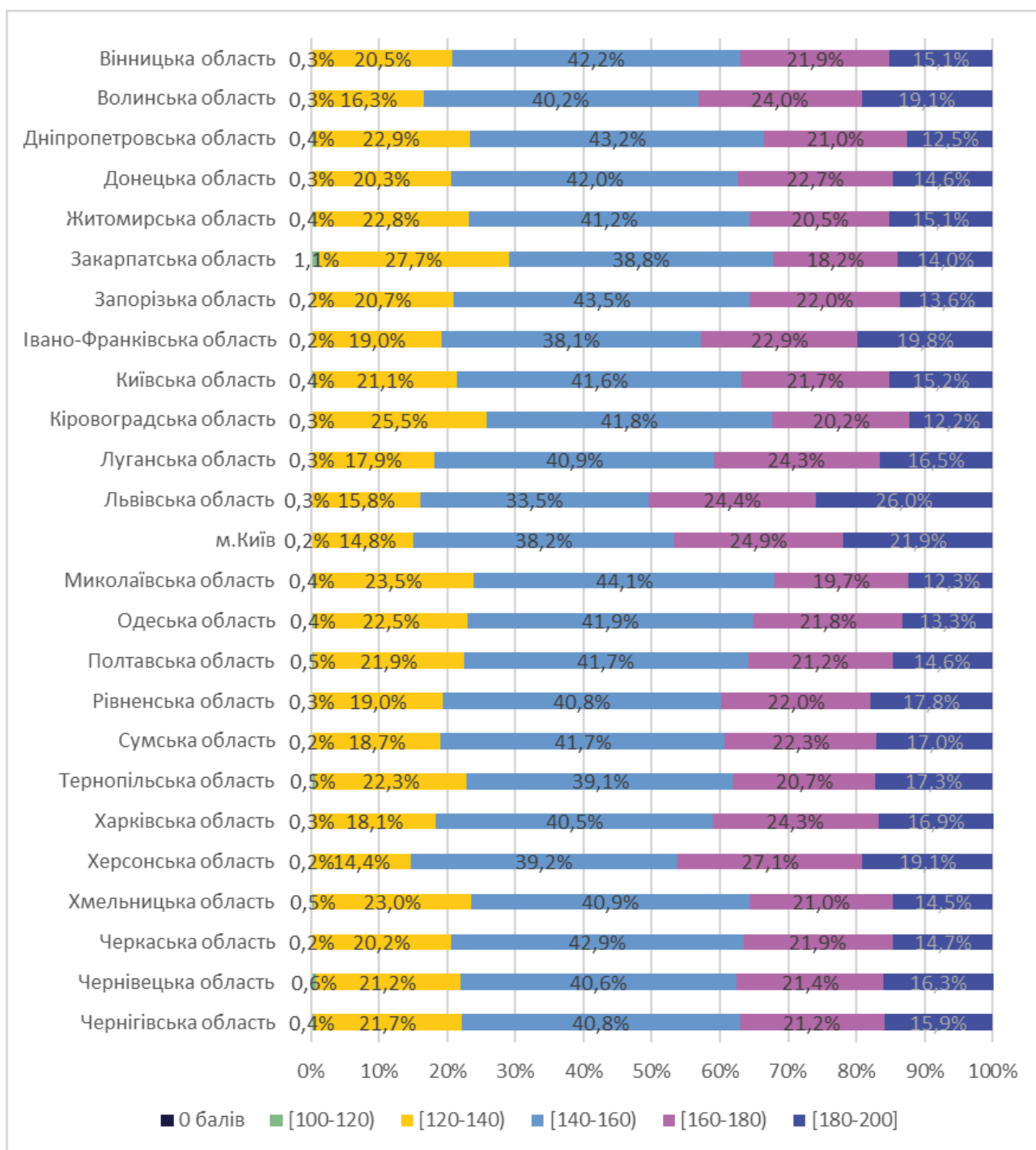


Рис. 3.1.9. Розподіл за регіонами результатів учасників НМТ з української мови  
Джерело: складено автором на основі [101]

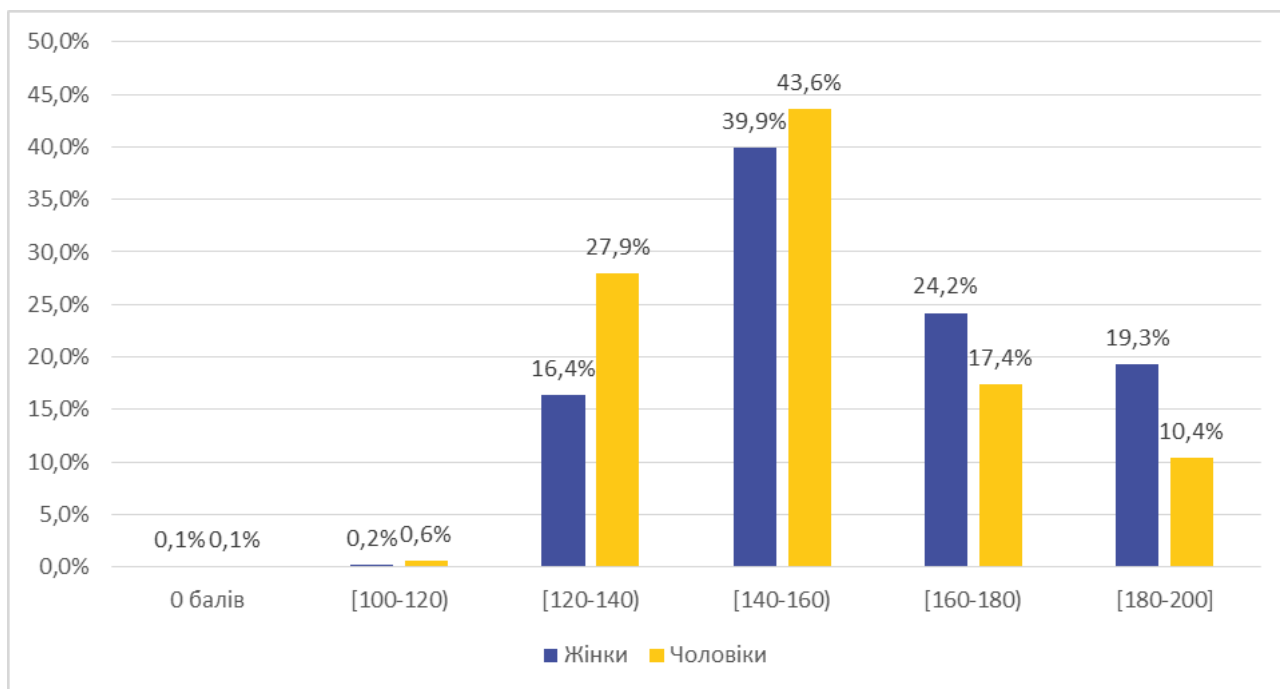


Рис. 3.1.10. Розподіл за статтю результатів учасників НМТ з української мови  
Джерело: складено автором на основі [101]

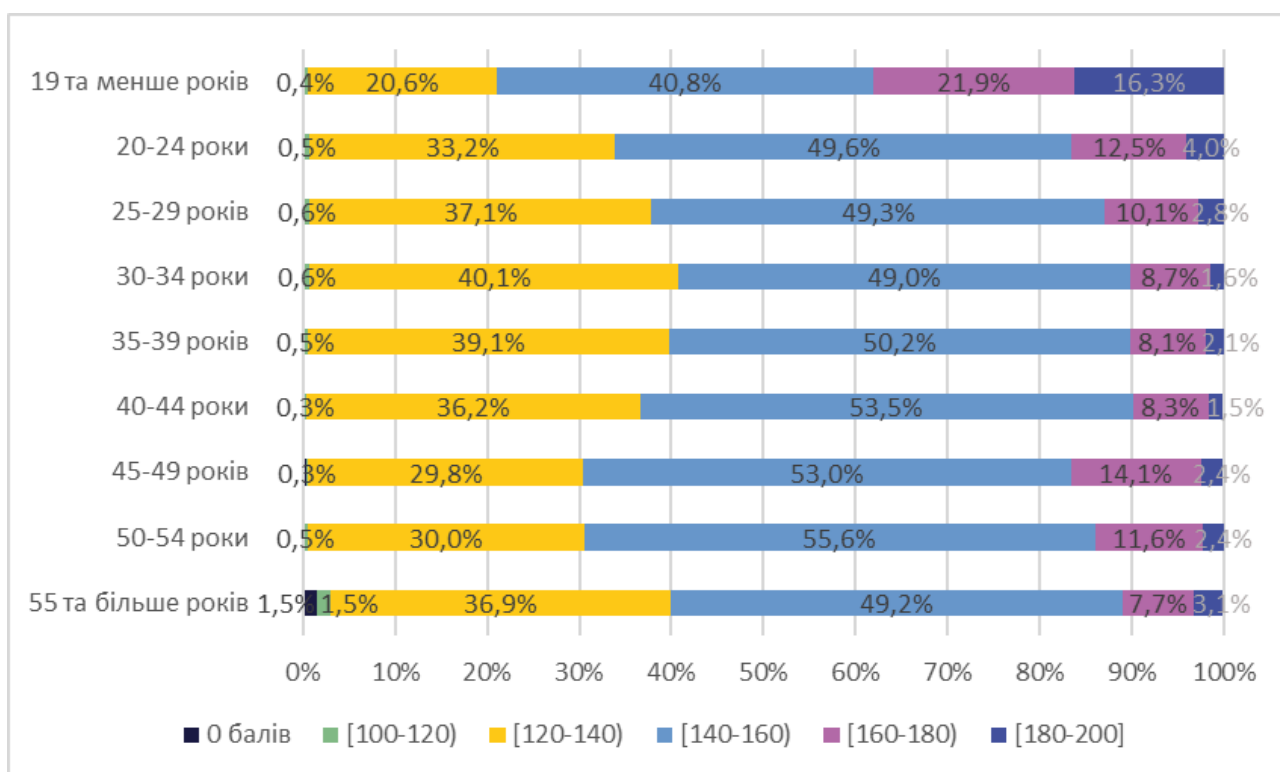


Рис. 3.1.11. Розподіл за віком результатів учасників НМТ з української мови  
Джерело: складено автором на основі [101]

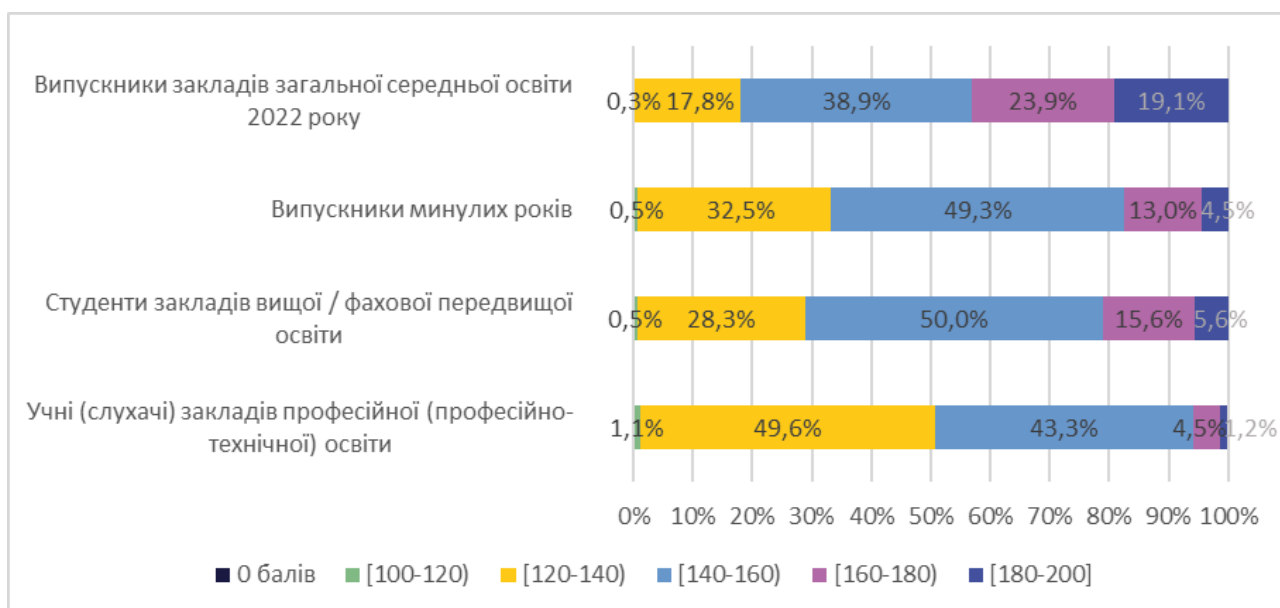


Рис. 3.1.12. Розподіл за категорією учасника результатів учасників НМТ з української мови

Джерело: складено автором на основі [101]

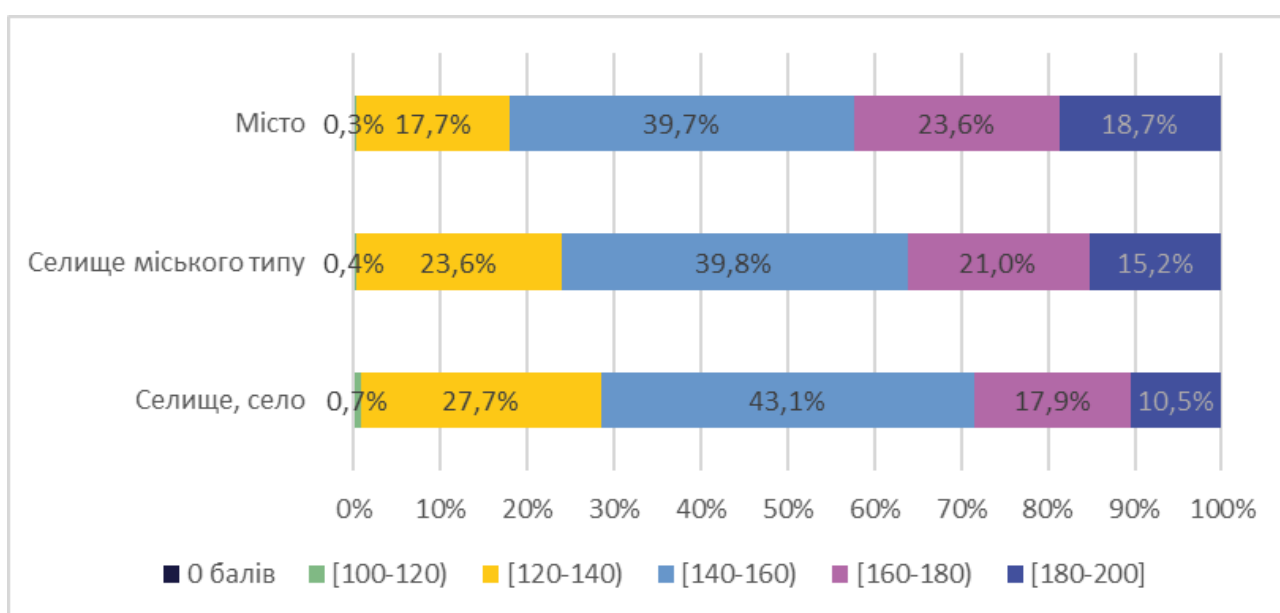


Рис. 3.1.13. Розподіл за типом місцевості результатів учасників НМТ з української мови

Джерело: складено автором на основі [101]

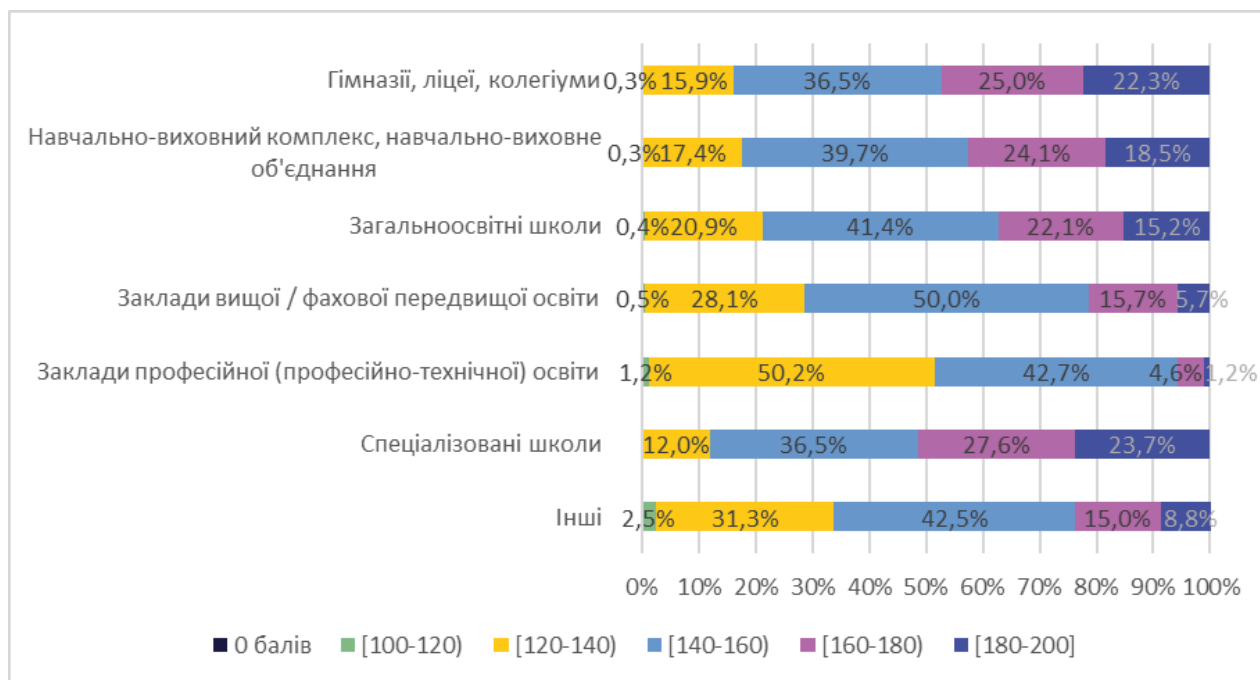


Рис. 3.1.14. Розподіл за типом закладу освіти результатів учасників НМТ з української мови

Джерело: складено автором на основі [101]

Розглянемо основні статистичні показники результатів учасників НМТ з історії України залежно від основних характеристик учасників.

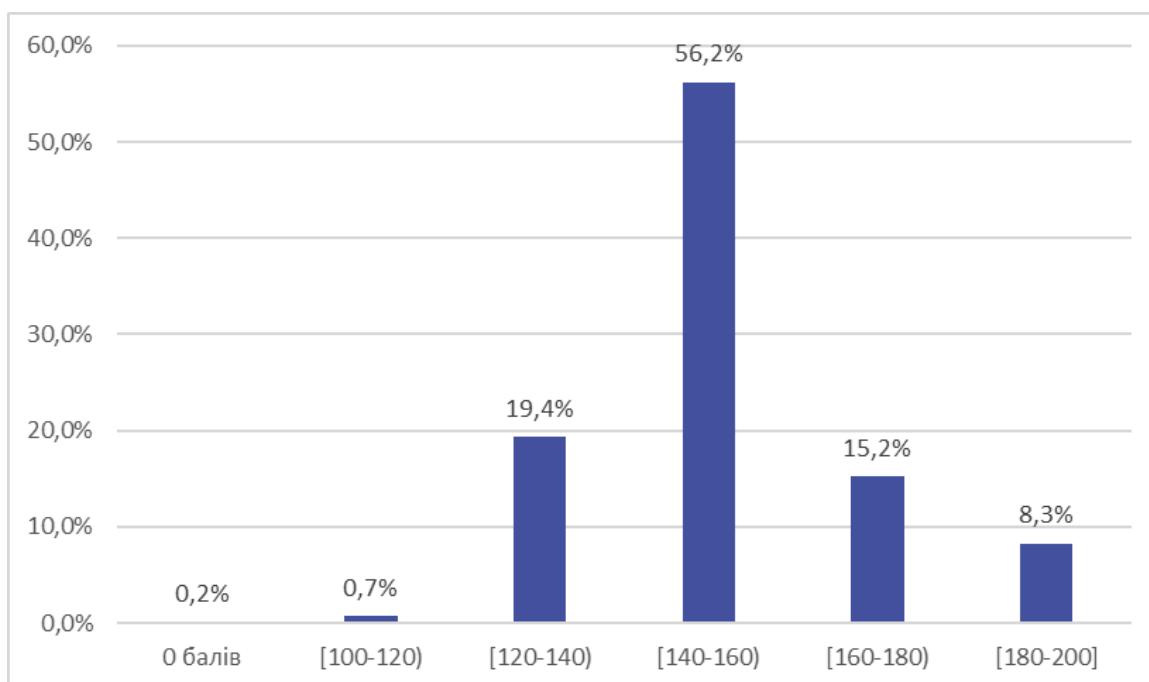


Рис. 3.1.15. Розподіл результатів НМТ з історії України

Джерело: складено автором на основі [101]

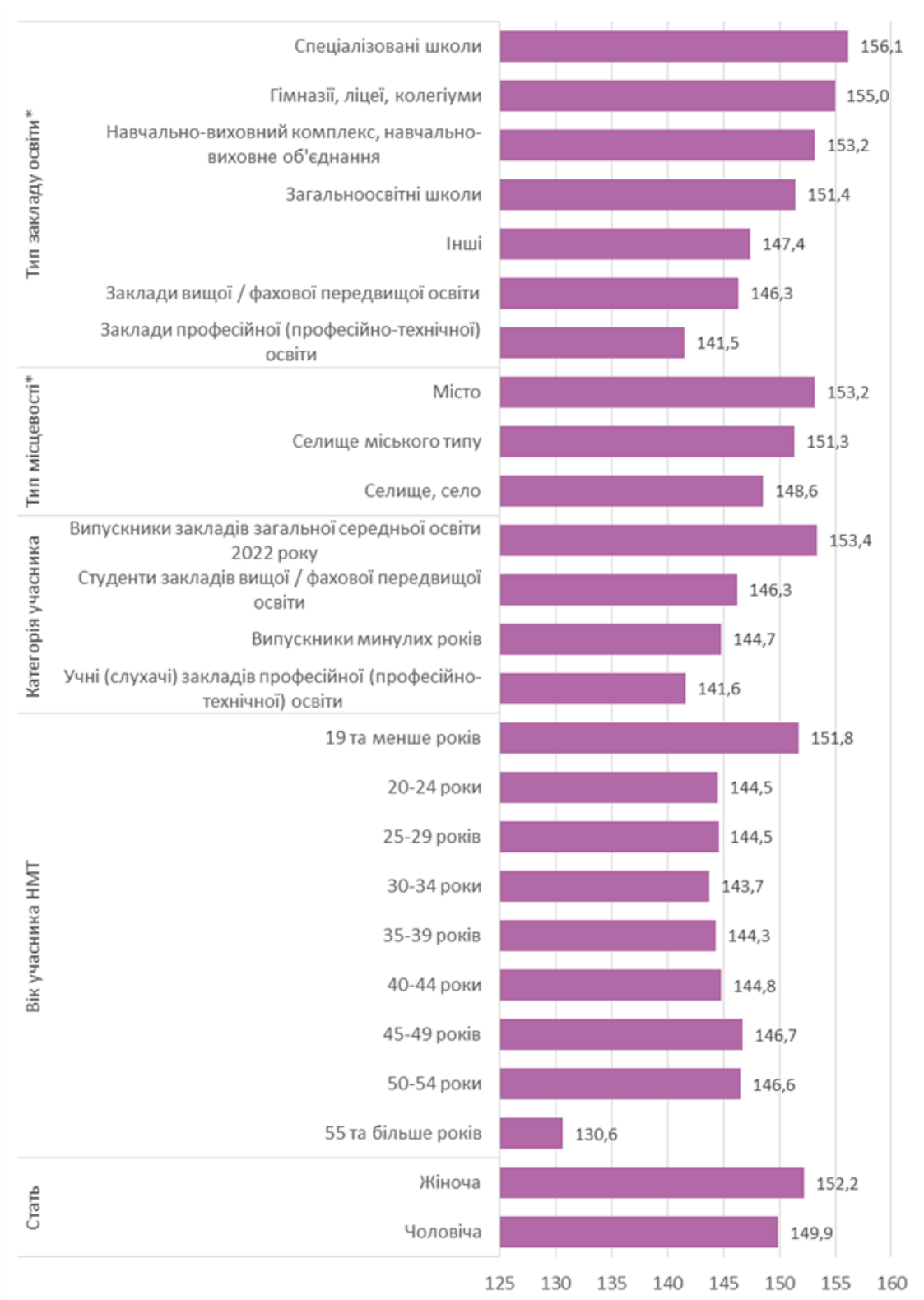


Рис. 3.1.16. Середні результати учасників НМТ з історії України залежно від типу закладу освіти\*, типу місцевості\*, категорії, віку та статі

Джерело: складено автором на основі [101]

\*для учасників, я здобули повну загальну середню освіту в 2022 році

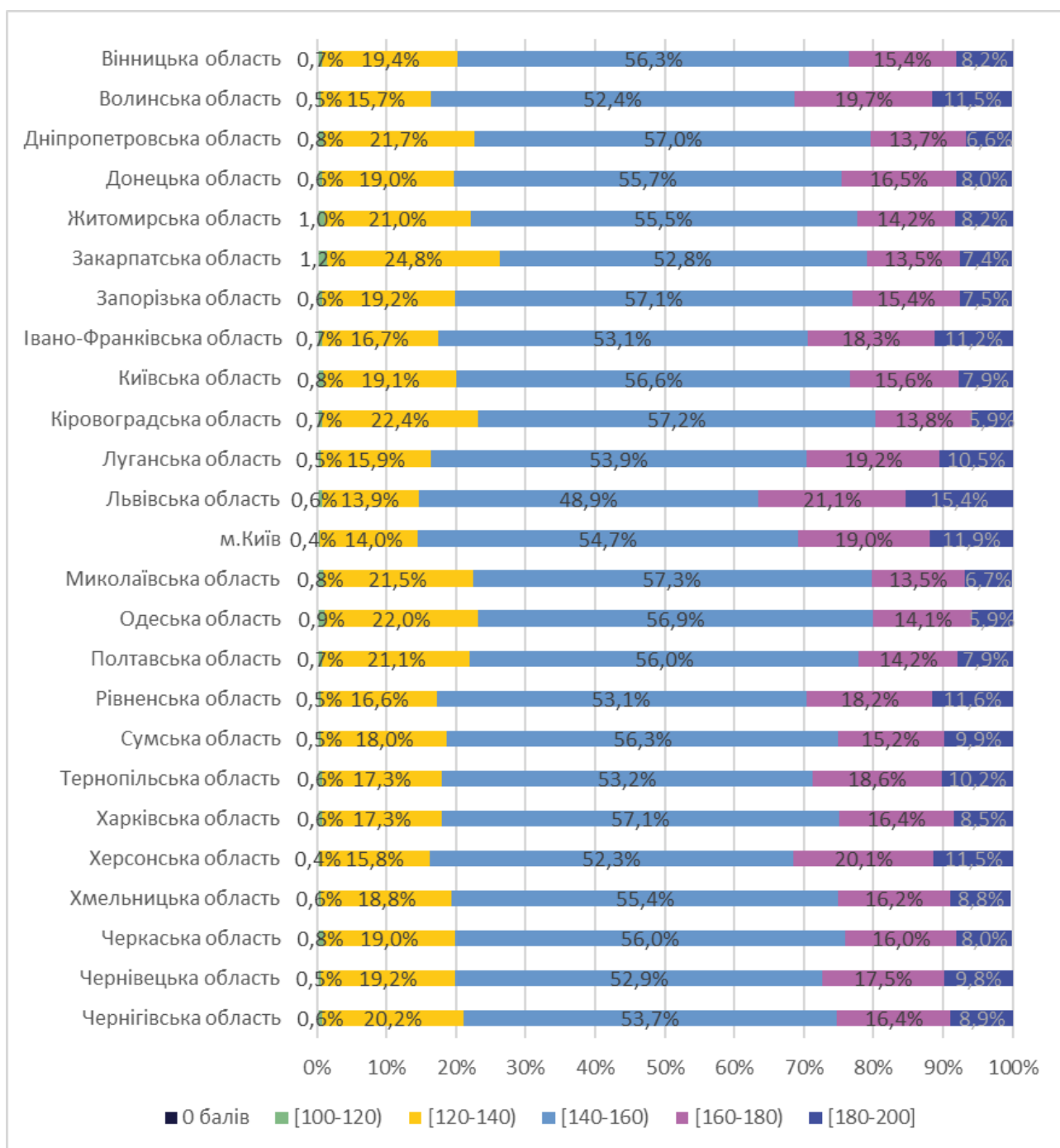


Рис. 3.1.17. Розподіл за регіонами результатів учасників НМТ з історії України  
 Джерело: складено автором на основі [101]

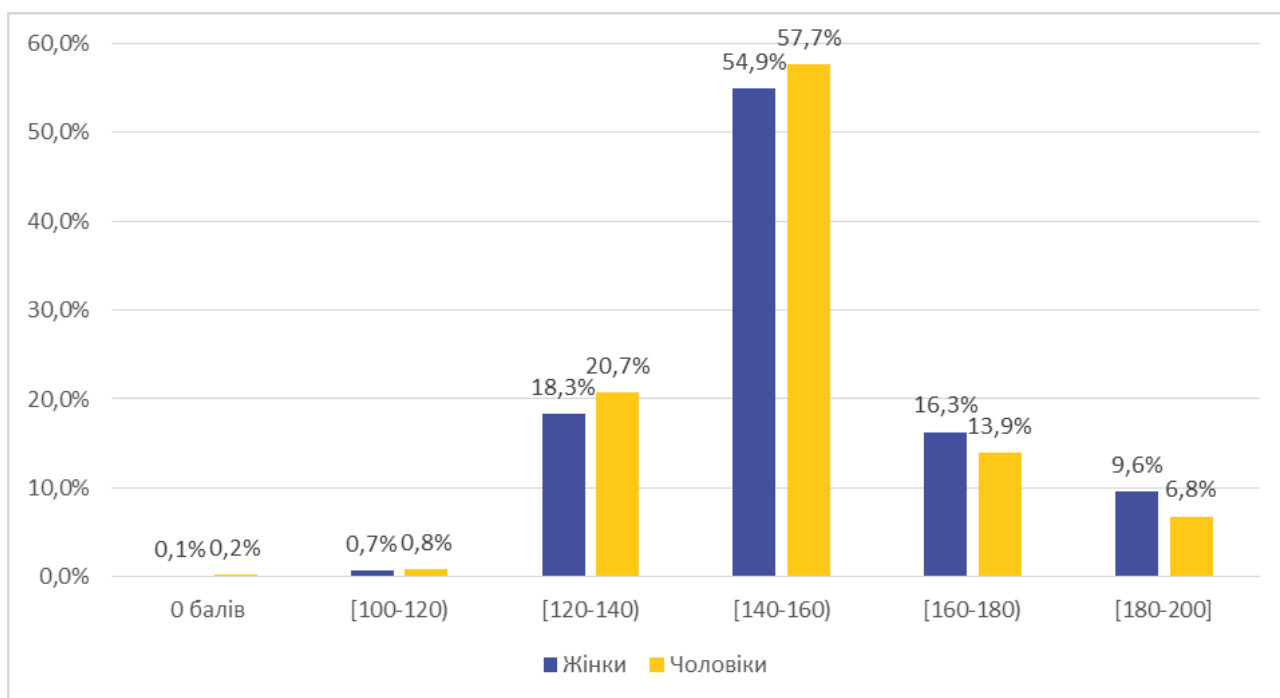


Рис. 3.1.19. Розподіл за статтю результатів учасників НМТ з історії України

Джерело: складено автором на основі [101]

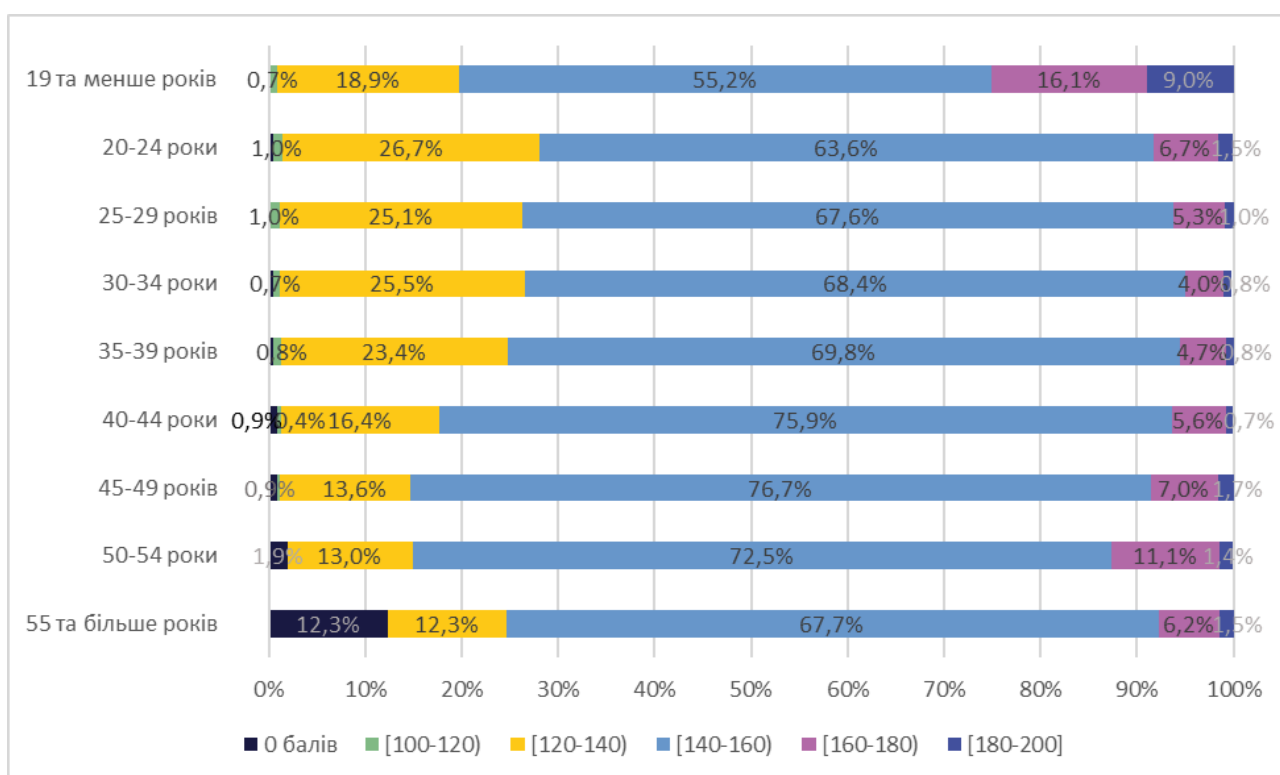


Рис. 3.1.20. Розподіл за віком результатів учасників НМТ з історії України

Джерело: складено автором на основі [101]

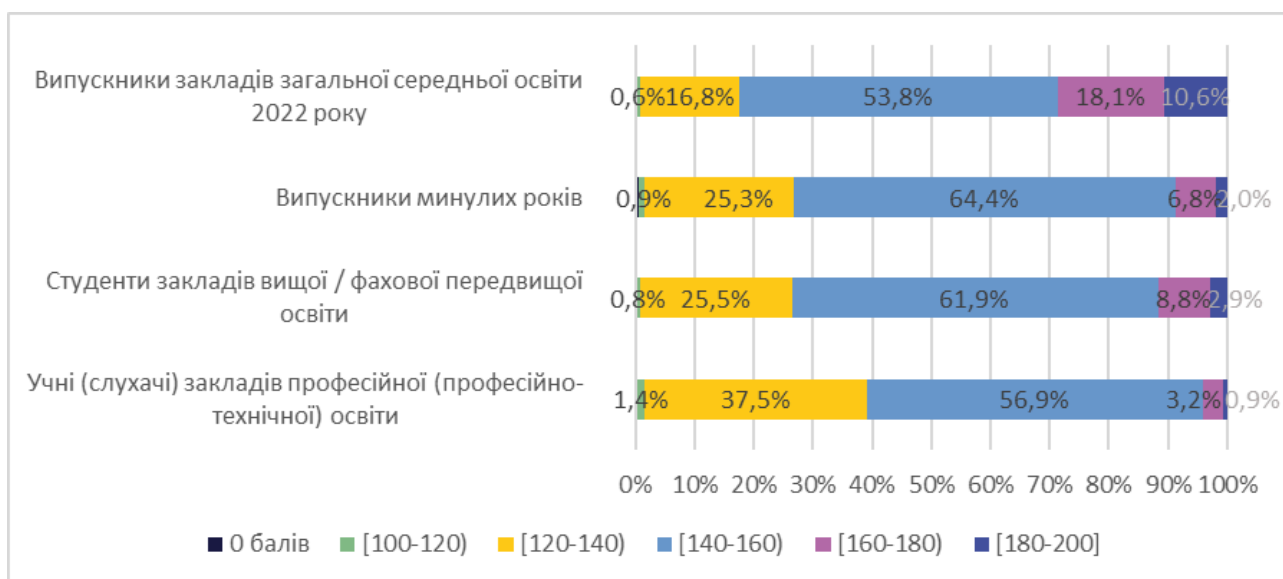


Рис. 3.1.21. Розподіл за категорією учасника результатів учасників НМТ з історії України

Джерело: складено автором на основі [101]

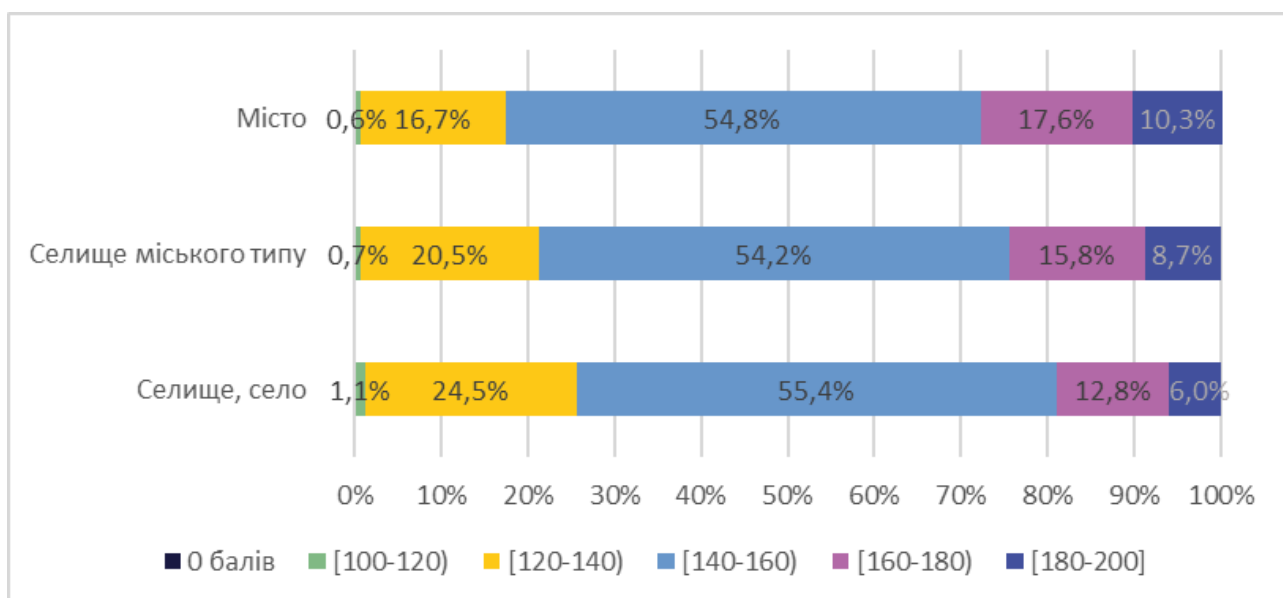


Рис. 3.1.22. Розподіл за типом місцевості результатів учасників НМТ з історії України

Джерело: складено автором на основі [101]

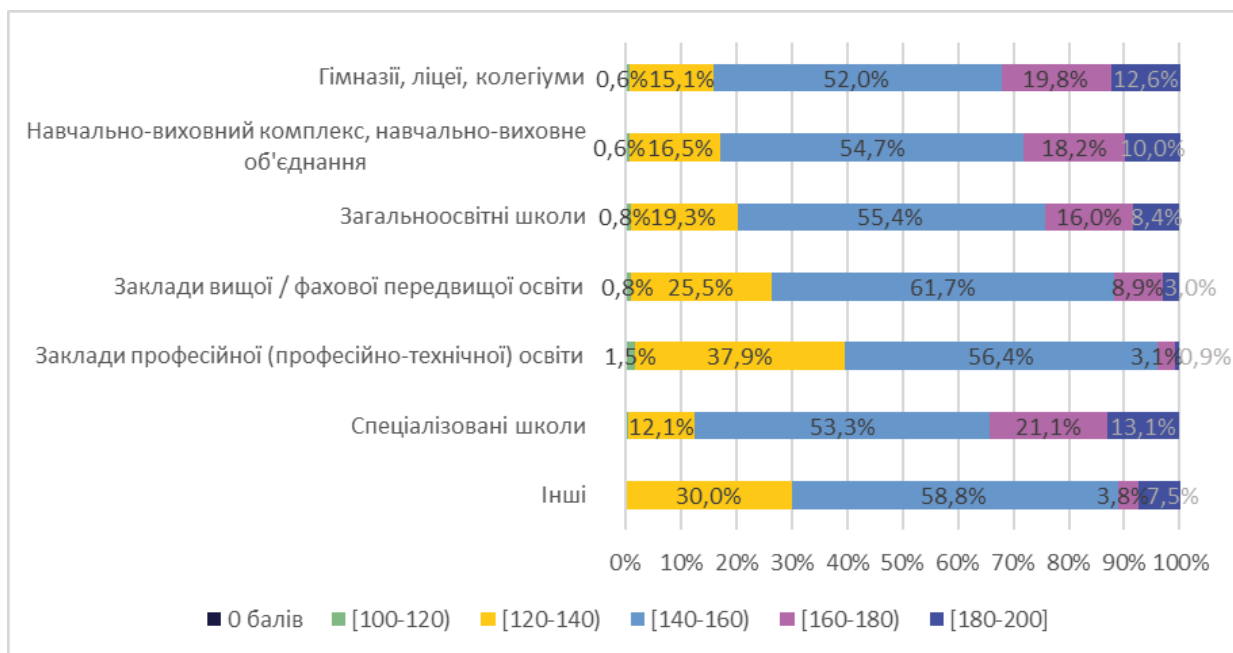


Рис. 3.1.23. Розподіл за типом закладу освіти результатів учасників НМТ з історії України

Джерело: складено автором на основі [101]

Розглянемо основні статистичні показники результатів учасників НМТ з математики залежно від основних характеристик учасників.

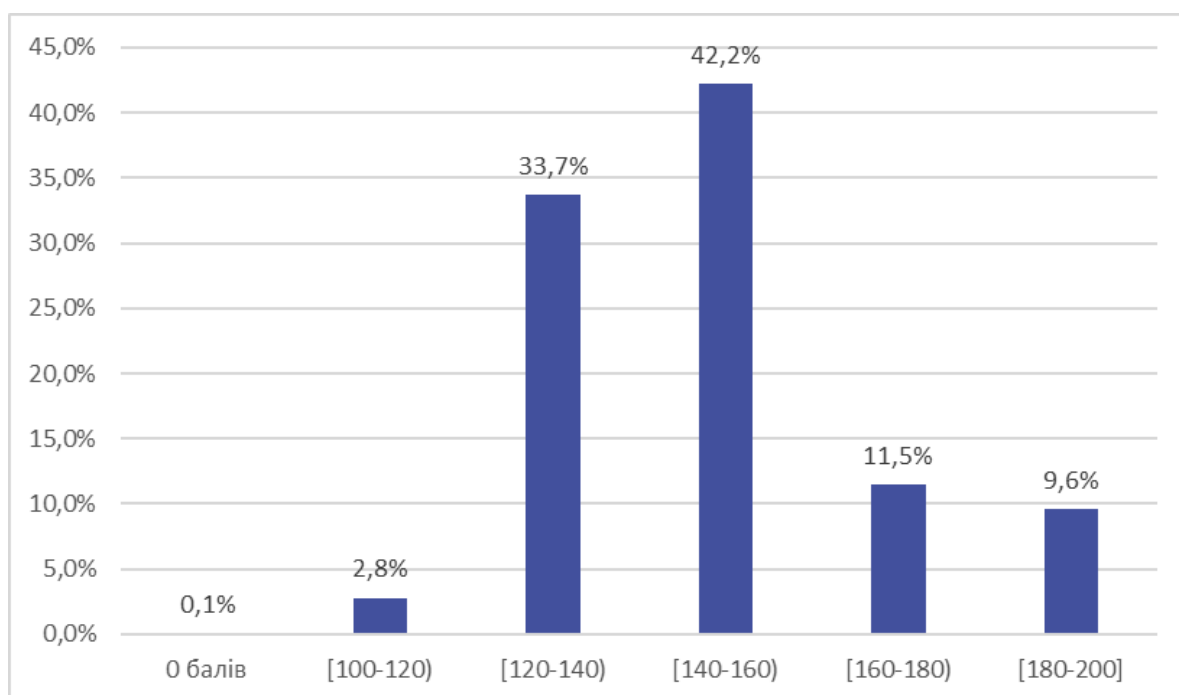


Рис. 3.1.24. Розподіл результатів НМТ з математики

Джерело: складено автором на основі [101]

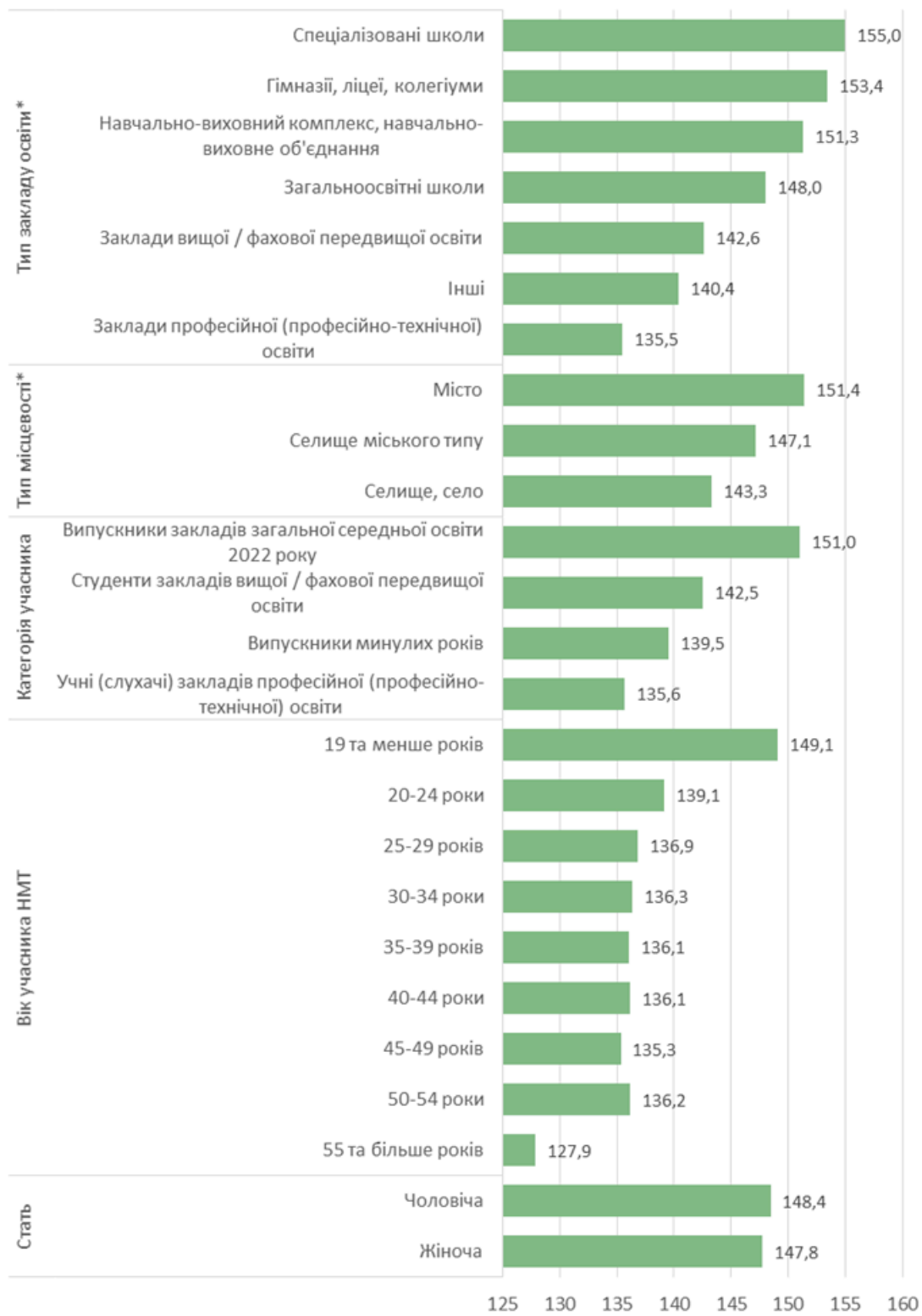


Рис. 3.1.25. Середні результати учасників НМТ з математики залежно від типу закладу освіти\*, типу місцевості\*, категорії, віку та статі

Джерело: складено автором на основі [101]

\*для учасників, я здобули повну загальну середню освіту в 2022 році

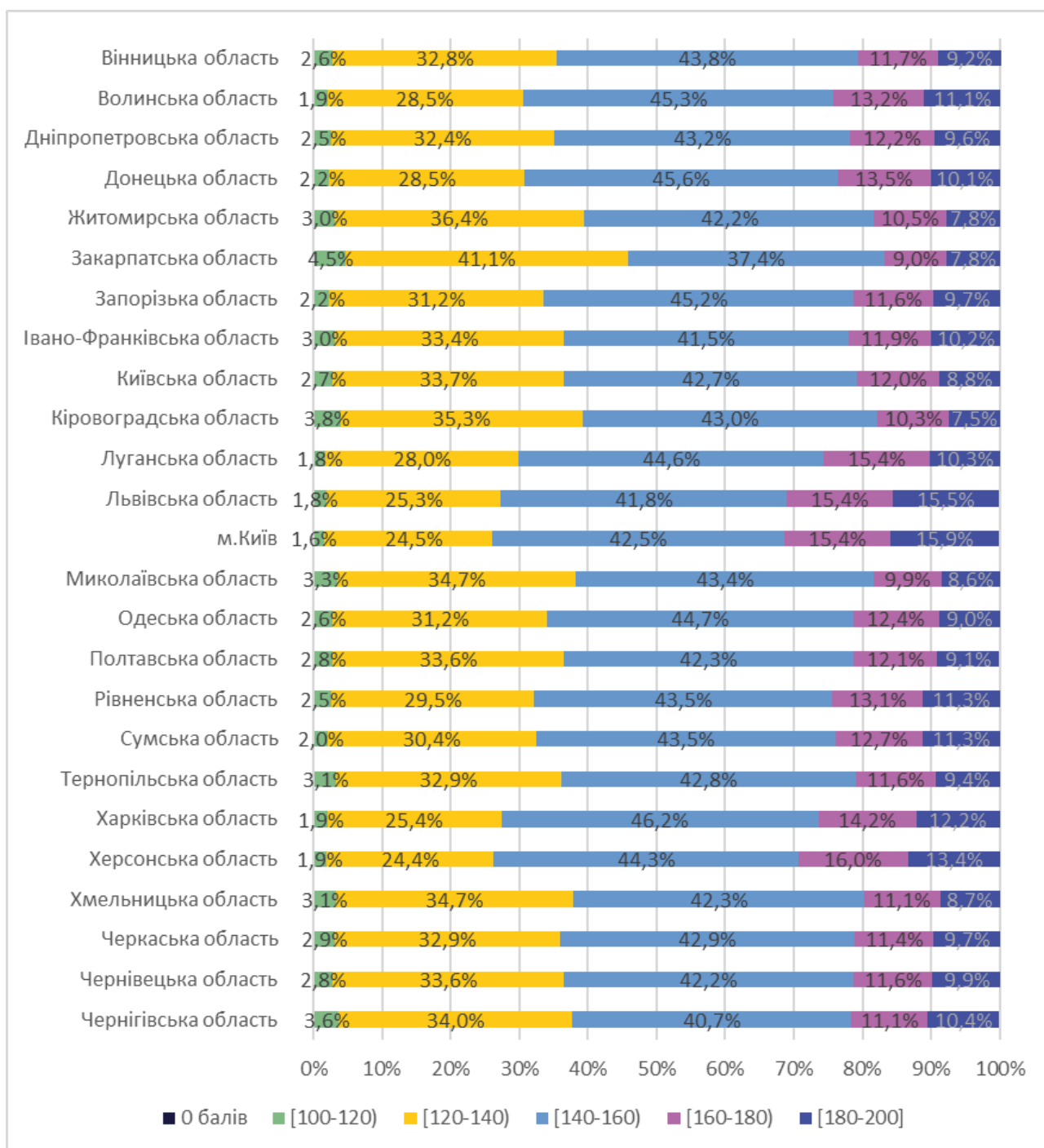


Рис. 3.1.26. Розподіл за регіонами результатів учасників НМТ з математики

Джерело: складено автором на основі [101]

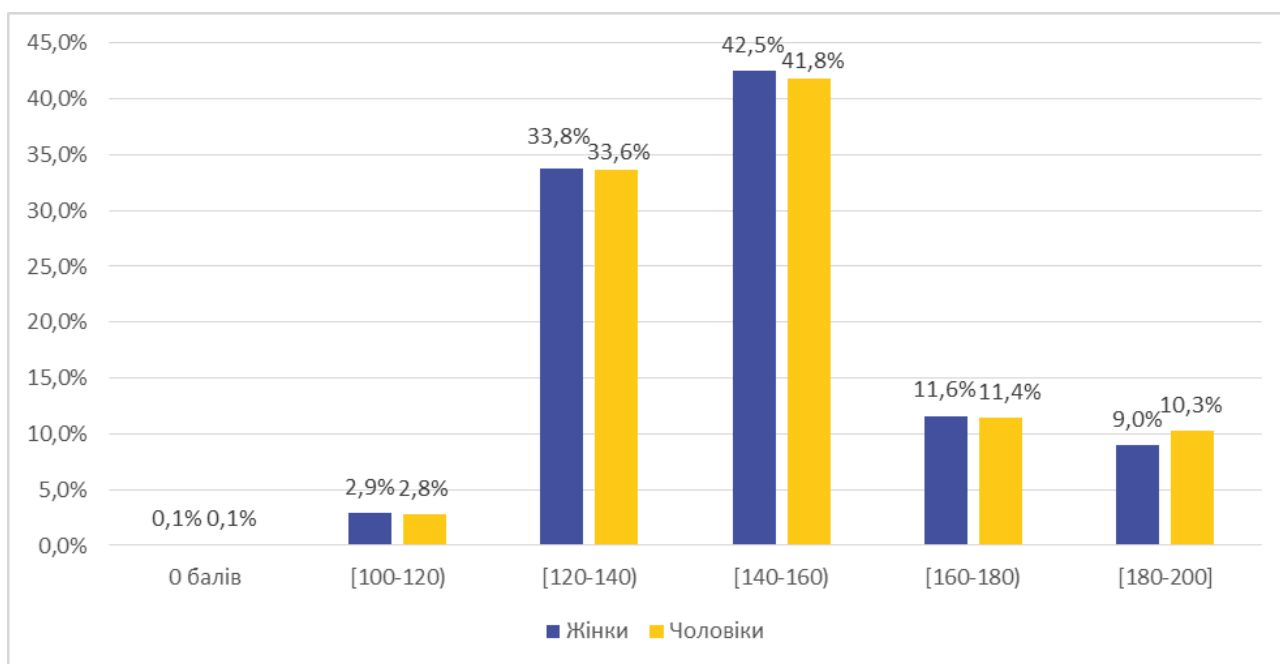


Рис. 3.1.27. Розподіл за статтю результатів учасників НМТ з математики

Джерело: складено автором на основі [101]

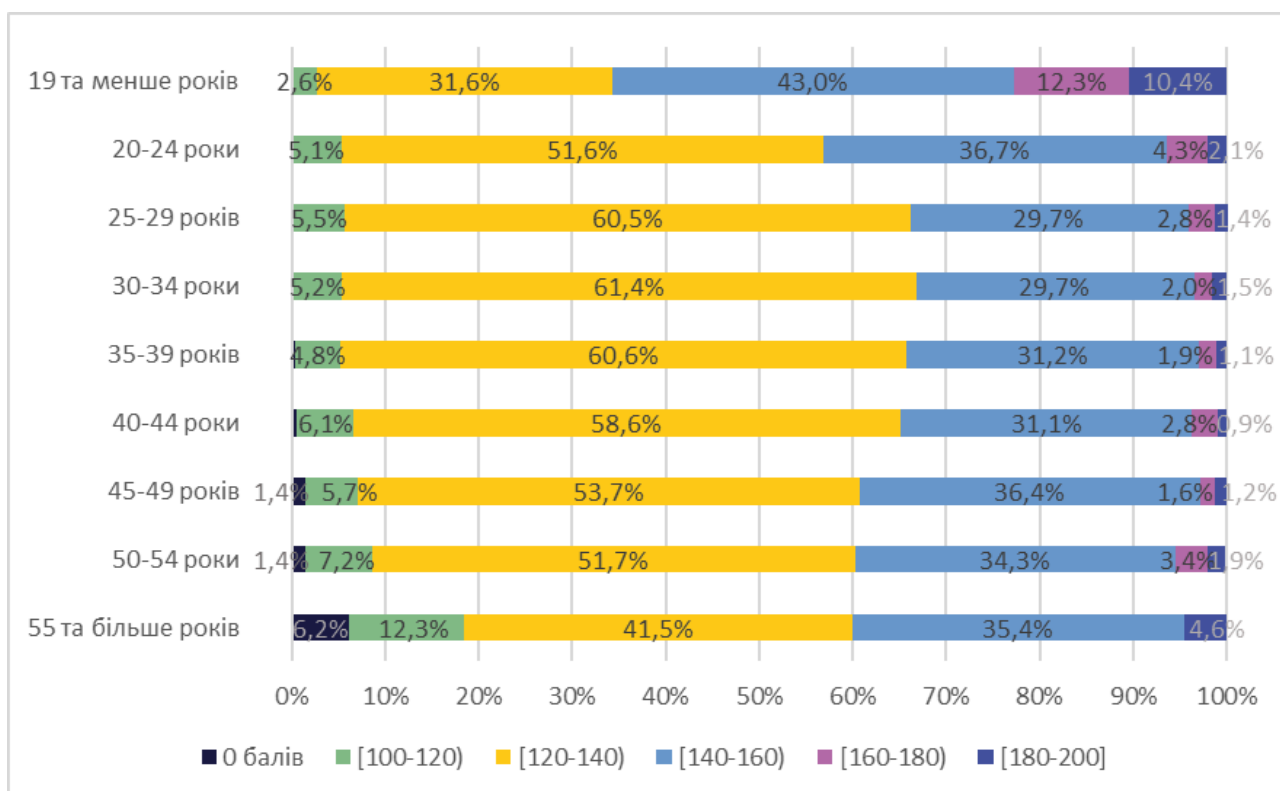


Рис. 3.1.28. Розподіл за віком результатів учасників НМТ з математики

Джерело: складено автором на основі [101]

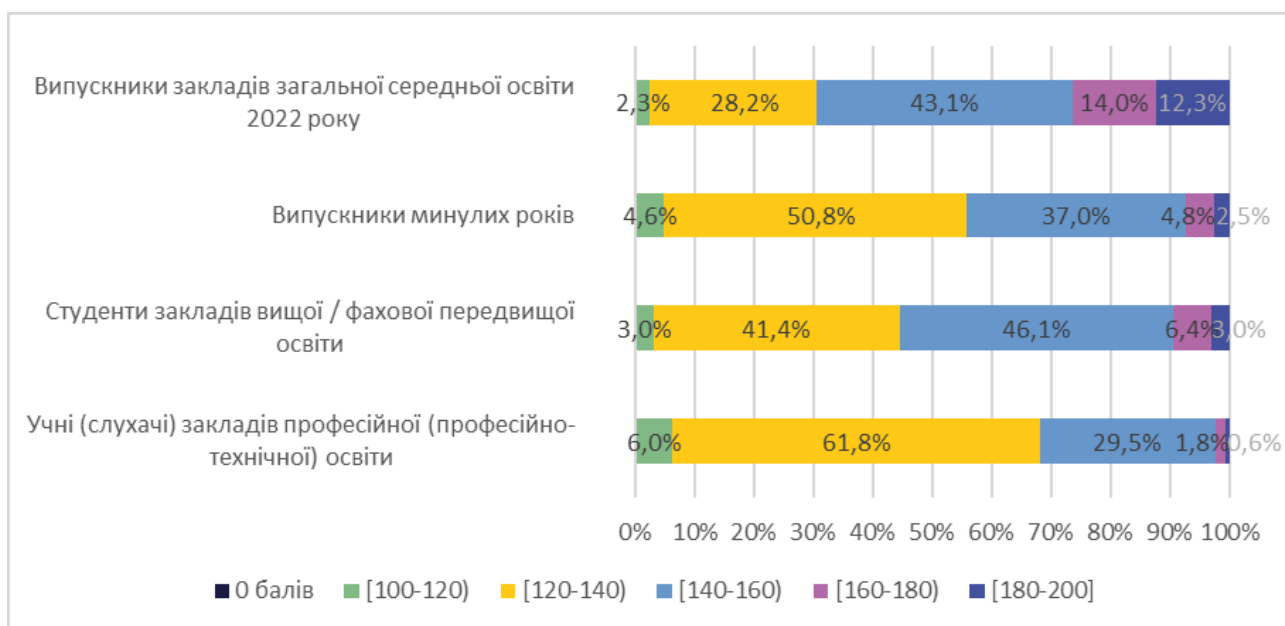


Рис. 3.1.29. Розподіл за категорією учасника результатів учасників НМТ з математики

Джерело: складено автором на основі [101]

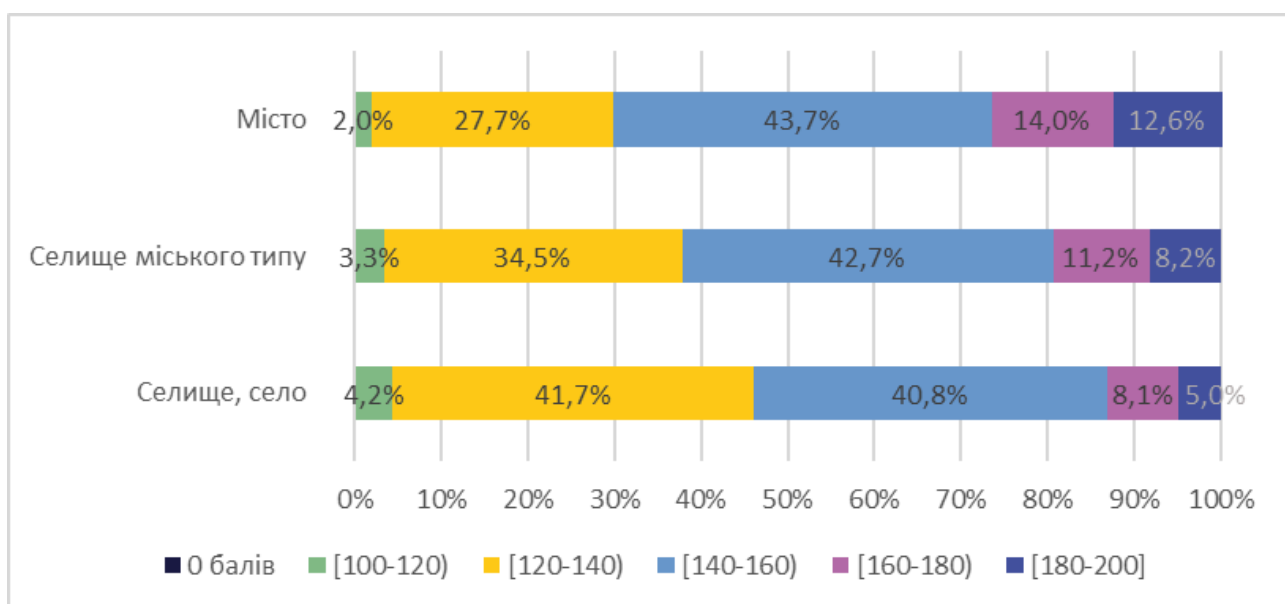


Рис. 3.1.30. Розподіл за типом місцевості результатів учасників НМТ з математики

Джерело: складено автором на основі [101]

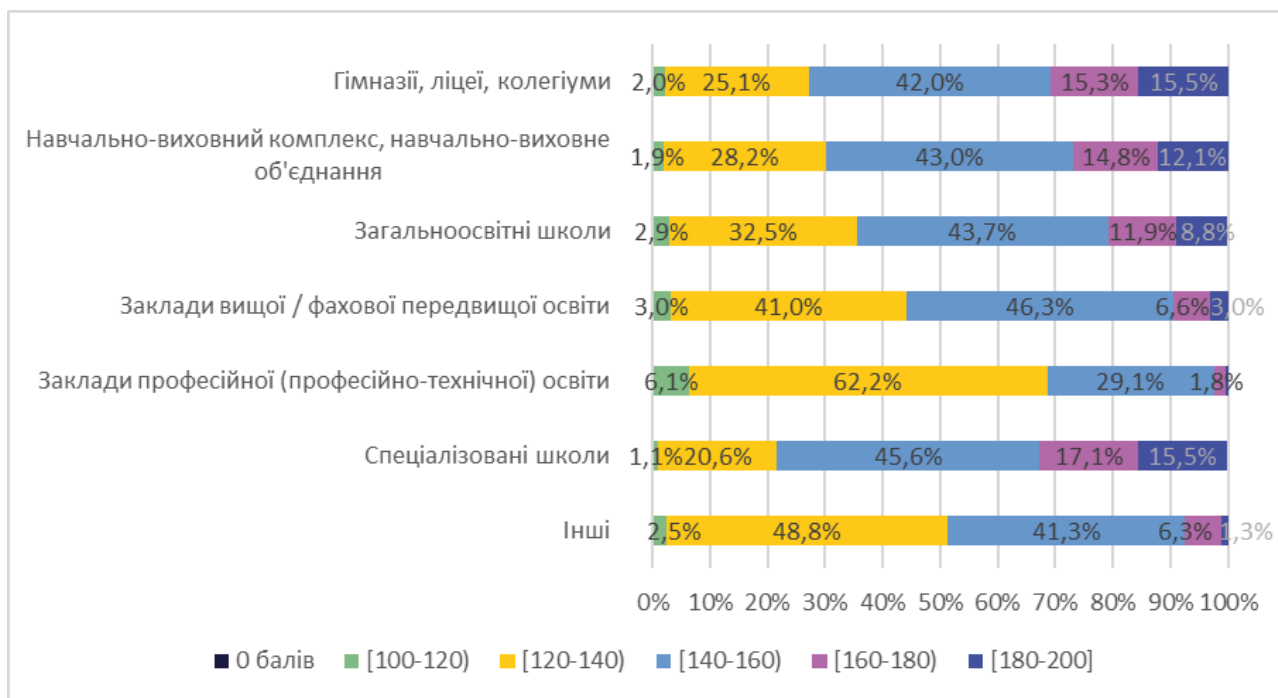


Рис. 3.1.31. Розподіл за типом закладу освіти результатів учасників НМТ з математики

Джерело: складено автором на основі [101]

Аналізуючи вищенаведені дані, бачимо, що результати учасників загалом не є високими, адже понад 60% кожного предмету отримали результат менше 160 балів. При цьому найвищий бал хоча б з одного предмета отримали 10 208 учасників, із двох – 1925, із трьох – 564 [101]. Така велика кількість 200-бальників пов'язана з відсутністю завдань відкритого типу.

Попередній аналіз показує цікаві особливості. Наприклад, чоловіки мають кращі результати з математики, а жінки - з української мови та історії України. Кращі результати мають учасники до 19 років, аніж дорослі, причому випускники 2022 року показують кращі результати, ніж випускники минулих років. Учні спеціалізованих шкіл, колегіумів, гімназій отримали більші бали за тестування, ніж представники інших типів закладів. Учасники з сільських населених пунктів мають гірші середні результати, ніж учасники з міст.

Більш детальний аналіз проведено в наступному пункті.

### 3.2. Аналіз результатів моделювання

Для моделювання результатів НМТ використано застосунок Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis) - інструмент для інтелектуального аналізу даних, розроблений на Java в університеті Вайкато (Нова Зеландія).

Для подальшого аналізу деякі дані було згруповано по категоріях. Наприклад, розмах віку учасників НМТ від 1952 до 2009 року народження. Розглядати кожен рік окремо, особливо з урахуванням того, що представників 1952-1999 років значного менше, ніж 2000-2009, не є доцільним. Для цього утворено вікові категорії учасників НМТ (рис. 3.2.1).

Selected attribute			
Name: Birth		Type: Nominal	
Missing: 0 (0%)		Distinct: 5	
		Unique: 0 (0%)	
No.	Label	Count	Weight
1	2005-2009	135540	135540
2	2002-2004	82097	82097
3	1952-1981	1898	1898
4	1992-2001	10444	10444
5	1982-1991	4125	4125

Рис. 3.2.1. Розподіл учасників НМТ за віковими групами

Джерело: складено автором

Стать учасника закодовано як 0 і 1 - відповідно жінки і чоловіки.

Кожен учасник серед атрибутів має населений пункт, який доцільно замінити типом (місто, селище міського типу, село/селище) для дослідження впливу цього фактора на результати НМТ. Розподіл учасників НМТ за типом населеного пункту наведено на рис. 3.2.2.

Selected attribute			
Name: TerType		Type: Nominal	
Missing: 0 (0%)		Distinct: 3	Unique: 0 (0%)
No.	Label	Count	Weight
1	countryside	44514	44514
2	city/town	170823	170823
3	smt	18767	18767

Рис. 3.2.2. Розподіл учасників НМТ за типом населеного пункту

Джерело: складено автором

Ураховуючи, що ряд типів закладів освіти (вечірні школи, пенітенціарні установи, санаторні школи) є малочисельними, їх об'єднано в категорію «інші» разом з учасниками, що переважно є випускниками минулих років, вказання для яких закладу освіти при реєстрації на НМТ є непотрібним. Усі види ліцеїв (мистецькі, з військовою підготовкою, військовий, спортивний, науковий), гімназії та колегіуми об'єднано в категорію «Гімназії, ліцеї, колегіуми». Навчально-виховні комплекси та об'єднання згруповано у відповідну категорію.

Selected attribute			
Name: EOTypeName		Type: Nominal	
Missing: 0 (0%)		Distinct: 7	Unique: 0 (0%)
No.	Label	Count	Weight
1	gymnasium/lyceum/c...	67050	67050
2	other	38073	38073
3	nvk/nvo	15069	15069
4	specialized school	13521	13521
5	zv(fp)o	23692	23692
6	zosh	70237	70237
7	zp pt o	6462	6462

Рис. 3.2.3. Розподіл учасників НМТ за типом закладу освіти

Джерело: складено автором

Результати учасників НМТ, представлені оцінкою за шкалою 100-200 балів, є єдиними кількісними даними. Оскільки незалежні атрибути є категоріальними, то використання, наприклад, регресійного аналізу є недоцільним в даному випадку.

Для дослідження було обрано методи класифікації та кластеризації. Саме тому для моделювання доцільно згрупувати результати учасників НМТ на різні інтервали, виокремивши, тих хто не склав тест (не набрав(ла) жодного тестового бала) та не з'явився на тестування. Отримані бальні групи наведено на рис. 3.2.4 - 3.2.6.

Selected attribute			
Name: UkrBall		Type: Nominal	
Missing: 0 (0%)		Distinct: 7	
		Unique: 0 (0%)	
No.	Label	Count	Weight
1	180-200	32315	32315
2	160-179	44899	44899
3	140-159	89130	89130
4	120-139	46757	46757
5	100-119	826	826
6	not appear	20030	20030
7	ne sklav	147	147

Рис. 3.2.4. Розподіл учасників НМТ за результатами з української мови

Джерело: складено автором

Selected attribute			
Name: HistoryBall		Type: Nominal	
Missing: 0 (0%)		Distinct: 7	Unique: 0 (0%)
No.	Label	Count	Weight
1	160-179	32453	32453
2	140-159	120386	120386
3	180-200	17767	17767
4	120-139	41606	41606
5	not appear	20030	20030
6	100-119	1526	1526
7	ne sklav	336	336

Рис. 3.2.5. Розподіл учасників НМТ за результатами з історії України

Джерело: складено автором

Selected attribute			
Name: MathBall		Type: Nominal	
Missing: 0 (0%)		Distinct: 7	Unique: 0 (0%)
No.	Label	Count	Weight
1	160-179	24717	24717
2	140-159	90305	90305
3	180-200	20640	20640
4	120-139	72101	72101
5	100-119	6042	6042
6	not appear	20030	20030
7	ne sklav	269	269

Рис. 3.2.6. Розподіл учасників НМТ за результатами з математики

Джерело: складено автором

Загальна візуалізація атрибутів, згенерована у Weka, наведена на рис. 3.2.7.

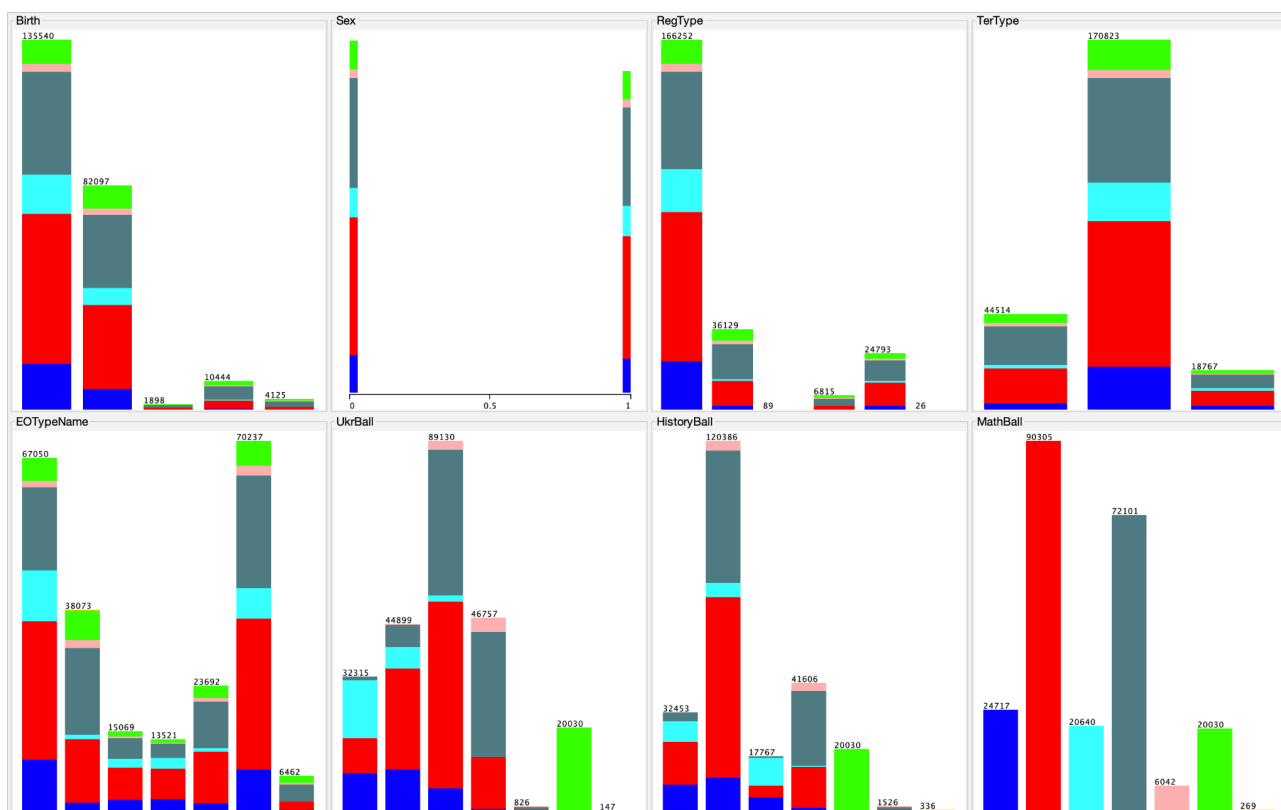


Рис. 3.2.7. Візуалізація всіх атрибутів

Джерело: складено автором

На панелі вибору атрибутів (Select attributes) оберемо ті, які мають найбільший вплив на якість отриманої моделі.

У ролі оцінювача атрибутів було обрано CfsSubsetEval, який оцінює цінність підмножини атрибутів, враховуючи індивідуальну передбачувану здатність кожної функції разом із ступенем надмірності між ними. Метод пошуку - BestFirst. За цим методом обрано атрибути: тип закладу освіти та результати НМТ з української мови та історії України (рис. 3.2.8).

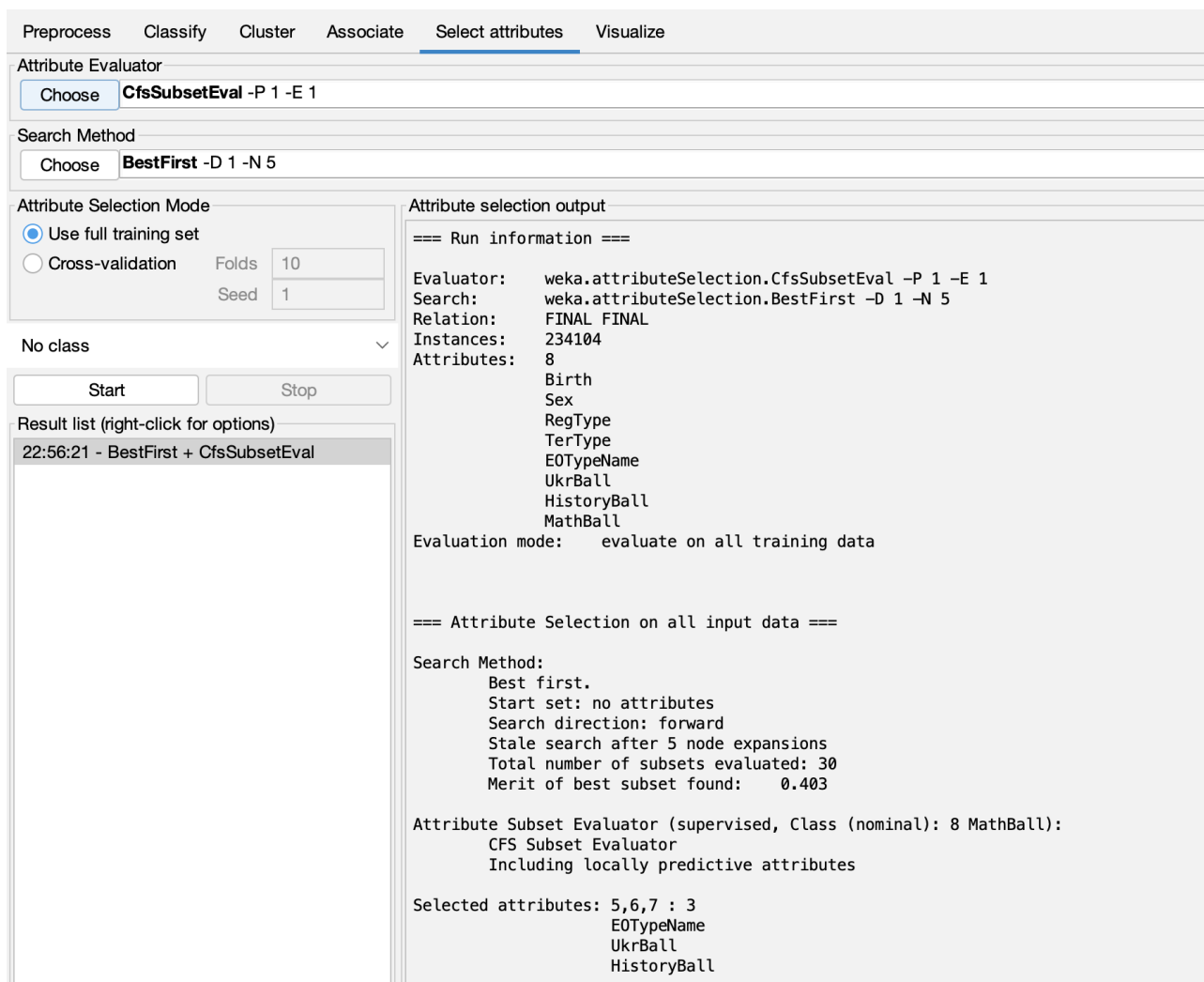


Рис. 3.2.8. Вибір атрибутів у Weka за допомогою CfsSubsetEval

Джерело: складено автором

Оберемо оцінювач `InfoGainAttributeEval`, який оцінює цінність атрибута, вимірюючи приріст інформації щодо класу. `InfoGainAttributeEval` використовує метод `Ranker`, який ранжує атрибути за їх індивідуальними оцінками. Отримаємо такий порядок атрибутів: бал з української мови, бал з історії України, тип закладу освіти, тип учасника, рік народження, тип населеного пункту, стать (рис. 3.2.9).

Preprocess Classify Cluster Associate **Select attributes** Visualize

Attribute Evaluator  
Choose **InfoGainAttributeEval**

Search Method  
Choose **Ranker -T -1.7976931348623157E308 -N -1**

Attribute Selection Mode  
 Use full training set  
 Cross-validation Folds   
 Seed

No class

Start Stop

Result list (right-click for options)  
23:05:46 - Ranker + InfoGainAttributeEval

Attribute selection output

```

=== Run information ===
Evaluator:   weka.attributeSelection.InfoGainAttributeEval
Search:     weka.attributeSelection.Ranker -T -1.7976931348623157E308 -N -1
Relation:   FINAL FINAL
Instances:  234104
Attributes: 8
            Birth
            Sex
            RegType
            TerType
            E0TypeName
            UkrBall
            HistoryBall
            MathBall
Evaluation mode: evaluate on all training data

=== Attribute Selection on all input data ===
Search Method:
  Attribute ranking.

Attribute Evaluator (supervised, Class (nominal): 8 MathBall):
  Information Gain Ranking Filter

Ranked attributes:
0.749541  6 UkrBall
0.653574  7 HistoryBall
0.067289  5 E0TypeName
0.05834   3 RegType
0.028013  1 Birth
0.015684  4 TerType
0.000454  2 Sex

Selected attributes: 6,7,5,3,1,4,2 : 7
  
```

Рис. 3.2.9. Вибір атрибутів у Weka за допомогою InfoGainAttributeEval

Джерело: складено автором

Як бачимо, лише два фактори (бал з української мови та історії України мають показники 0,749541 та 0,653574 відповідно). Більшість факторів мають досить низький рівень впливу на результати моделювання (рівень показників менше 0,1).

Перейдемо до побудови класифікаційних моделей. Будуючи модель дерева рішень C4 (J48), отримуємо, що три моделі мають такі показники правильно класифікованих спостережень: 59,0778% для бала з української мови, 63,6409% для бала з історії України, 59,51% для бала з математики (рис. 3.2.10-3.2.12).

```

=== Summary ===
Correctly Classified Instances      47023          59.0778 %
Incorrectly Classified Instances    32572          40.9222 %
Kappa statistic                    0.4327
Mean absolute error                0.1493
Root mean squared error            0.2732
Relative absolute error            69.4758 %
Root relative squared error        83.3442 %
Total Number of Instances          79595

=== Detailed Accuracy By Class ===

```

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area	Class
	0,642	0,050	0,674	0,642	0,658	0,604	0,920	0,628	180-200
	0,266	0,076	0,456	0,266	0,336	0,238	0,764	0,372	160-179
	0,768	0,401	0,540	0,768	0,634	0,357	0,730	0,540	140-159
	0,369	0,070	0,566	0,369	0,447	0,355	0,829	0,469	120-139
	0,000	0,000	?	0,000	?	?	0,838	0,016	100-119
	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	not appear
	0,000	0,000	?	0,000	?	?	0,964	0,194	ne sklav
Weighted Avg.	0,591	0,188	?	0,591	?	?	0,806	0,543	

```

=== Confusion Matrix ===

```

	a	b	c	d	e	f	g	
7063	2321	1597	23	0	0	0	0	<-- classified as
2761	4092	8289	234	0	0	0	0	a = 180-200
625	2367	23239	4036	0	0	0	0	b = 160-179
27	185	9792	5850	0	0	0	0	c = 140-159
1	2	112	161	0	0	0	0	d = 120-139
0	0	0	0	0	6779	0	0	e = 100-119
1	0	1	37	0	0	0	0	f = not appear
								g = ne sklav

Рис. 3.2.10. Результати класифікації за моделлю C4 для бала з української мови

Джерело: складено автором

```

=== Summary ===
Correctly Classified Instances      50655          63.6409 %
Incorrectly Classified Instances    28940          36.3591 %
Kappa statistic                    0.3684
Mean absolute error                 0.1383
Root mean squared error             0.2628
Relative absolute error             72.0902 %
Root relative squared error        84.8903 %
Total Number of Instances          79595

=== Detailed Accuracy By Class ===

```

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area	Class
	0,203	0,048	0,403	0,203	0,270	0,210	0,790	0,308	160-179
	0,944	0,609	0,622	0,944	0,750	0,406	0,719	0,663	140-159
	0,463	0,027	0,580	0,463	0,515	0,484	0,915	0,448	180-200
	0,011	0,002	0,562	0,011	0,021	0,059	0,774	0,347	120-139
	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	not appear
	0,000	0,000	?	0,000	?	?	0,762	0,017	100-119
	0,225	0,000	0,590	0,225	0,326	0,364	0,713	0,136	ne sklav
Weighted Avg.	0,636	0,322	?	0,636	?	?	0,777	0,565	

```

=== Confusion Matrix ===

```

a	b	c	d	e	f	g	<-- classified as
2224	7259	1464	2	0	0	0	a = 160-179
1648	38705	520	104	0	0	6	b = 140-159
1571	1642	2769	0	0	0	1	c = 180-200
77	13968	21	155	0	0	6	d = 120-139
0	0	0	0	6779	0	0	e = not appear
1	554	1	13	0	0	3	f = 100-119
0	77	0	2	0	0	23	g = ne sklav

Рис. 3.2.11. Результати класифікації за моделлю С4 для бала з історії України

Джерело: складено автором

```

=== Summary ===
Correctly Classified Instances      47367          59.51 %
Incorrectly Classified Instances    32228          40.49 %
Kappa statistic                    0.4189
Mean absolute error                 0.1506
Root mean squared error             0.2743
Relative absolute error             72.2413 %
Root relative squared error        84.9749 %
Total Number of Instances          79595

=== Detailed Accuracy By Class ===

```

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area	Class
	0,092	0,023	0,322	0,092	0,143	0,124	0,798	0,253	160-179
	0,688	0,369	0,539	0,688	0,605	0,311	0,704	0,529	140-159
	0,524	0,038	0,572	0,524	0,547	0,506	0,908	0,470	180-200
	0,611	0,177	0,605	0,611	0,608	0,432	0,813	0,579	120-139
	0,000	0,000	?	0,000	?	?	0,797	0,070	100-119
	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	not appear
	0,212	0,000	0,538	0,212	0,304	0,337	0,832	0,188	ne sklav
Weighted Avg.	0,595	0,203	?	0,595	?	?	0,793	0,538	

```

=== Confusion Matrix ===

```

a	b	c	d	e	f	g	<-- classified as
781	5677	1648	380	0	0	3	a = 160-179
824	21128	996	7741	0	0	4	b = 140-159
734	2534	3672	60	0	0	1	c = 180-200
79	9358	97	14986	0	0	5	d = 120-139
1	461	3	1539	0	0	5	e = 100-119
0	0	0	0	0	6779	0	f = not appear
4	22	0	52	0	0	21	g = ne sklav

Рис. 3.2.12. Результати класифікації за моделлю С4 для бала з математики

Джерело: складено автором

Приклад побудованого дерева рішень зображено на рис. 3.2.13.

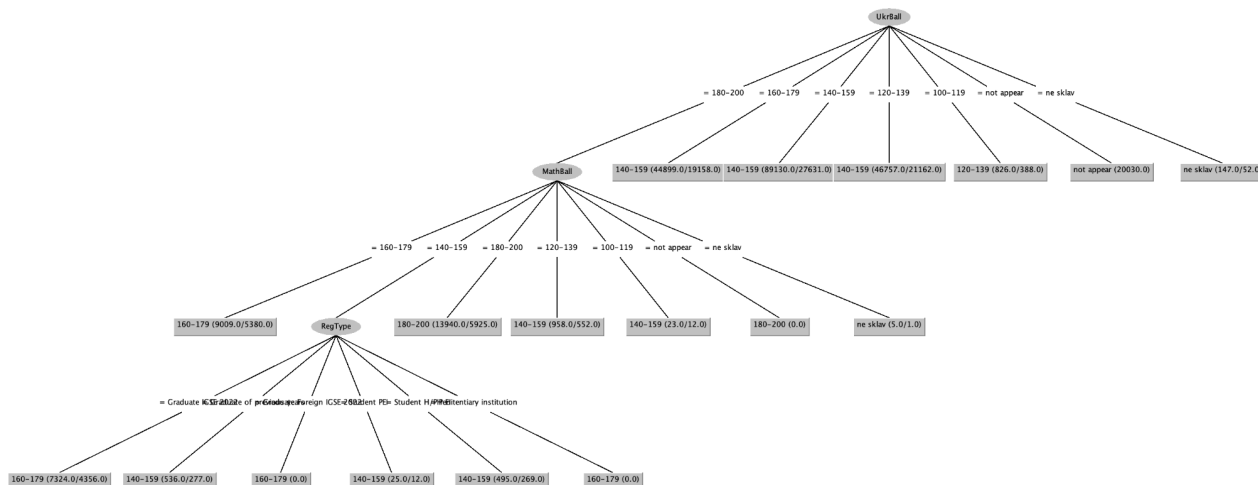


Рис. 3.2.13. Дерево рішень для класифікаційної моделі C4

Джерело: складено автором

Використання моделі KNN показує схожі за якістю результати (рис. 3.2.14).

Classifier output									
Time taken to test model on test split: 1951.47 seconds									
=== Summary ===									
Correctly Classified Instances	48622								61.0868 %
Incorrectly Classified Instances	30973								38.9132 %
Kappa statistic									0.3637
Mean absolute error									0.1349
Root mean squared error									0.2831
Relative absolute error									70.2913 %
Root relative squared error									91.36 %
Total Number of Instances	79595								
=== Detailed Accuracy By Class ===									
	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area	Class
	0,836	0,523	0,628	0,836	0,717	0,337	0,695	0,645	140-159
	0,486	0,043	0,479	0,486	0,482	0,440	0,872	0,400	180-200
	0,194	0,056	0,360	0,194	0,252	0,182	0,755	0,296	160-179
	0,177	0,056	0,407	0,177	0,247	0,174	0,745	0,341	120-139
	0,137	0,000	0,680	0,137	0,228	0,305	0,757	0,128	ne sklav
	0,002	0,001	0,021	0,002	0,004	0,004	0,596	0,010	100-119
	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	not appear
Weighted Avg.	0,611	0,290	0,568	0,611	0,570	0,349	0,751	0,549	
=== Confusion Matrix ===									
	a	b	c	d	e	f	g	← classified as	
34170	1079	2215	3372	4	25	0	0	a = 140-159	
1691	2941	1403	21	0	0	0	0	b = 180-200	
6731	2057	2142	131	0	3	0	0	c = 160-179	
11363	52	184	2503	4	17	0	0	d = 120-139	
80	4	3	19	17	1	0	0	e = ne sklav	
395	3	5	111	0	1	0	0	f = 100-119	
0	0	0	0	0	0	6848	0	g = not appear	

Рис. 3.2.14. Результати класифікації за моделлю C4 для бала з історії України

Джерело: складено автором

Аналогічні підходи з використанням класифікації показують інші моделі. Зауважимо, що схожі результати отримано з побудовою класифікаційної моделі лише учасників НМТ з Києва.

Для кластеризації використано модель KMeans, за якою множину розбито на 2, 3 і 4 кластери (рис. 3.2.15-3.2.17).

Final cluster centroids:			
Attribute	Full Data (234104.0)	Cluster# 0 (67366.0)	Cluster# 1 (166738.0)
Birth	2005-2009	2002-2004	2005-2009
Sex	0.4775	0.6249	0.418
RegType	Graduate IGSE 2022	Graduate of previous years	Graduate IGSE 2022
TerType	city/town	city/town	city/town
E0TypeName	zosh	other	zosh
UkrBall	140-159	140-159	140-159
HistoryBall	140-159	140-159	140-159
MathBall	140-159	120-139	140-159

Рис. 3.2.15. Кластеризація за моделлю KMeans з двома кластерами

Джерело: складено автором

Final cluster centroids:				
Attribute	Full Data (234104.0)	Cluster# 0 (54727.0)	Cluster# 1 (99528.0)	Cluster# 2 (79849.0)
Birth	2005-2009	2002-2004	2005-2009	2005-2009
Sex	0.4775	0.5508	0.2934	0.6568
RegType	Graduate IGSE 2022	Graduate of previous years	Graduate IGSE 2022	Graduate IGSE 2022
TerType	city/town	city/town	city/town	city/town
E0TypeName	zosh	other	zosh	gymnasium/lyceum/collegium
UkrBall	140-159	140-159	140-159	120-139
HistoryBall	140-159	140-159	140-159	140-159
MathBall	140-159	120-139	140-159	140-159

Рис. 3.2.16. Кластеризація за моделлю KMeans з трьома кластерами

Джерело: складено автором

Final cluster centroids:				
Attribute	Cluster# 0 (49582.0)	Cluster# 1 (57338.0)	Cluster# 2 (69764.0)	Cluster# 3 (57420.0)
Birth	2002-2004	2005-2009	2005-2009	2005-2009
Sex	0.5566	0.4354	0.6493	0.2426
RegType	Graduate of previous years	Graduate IGSE 2022	Graduate IGSE 2022	Graduate IGSE 2022
TerType	city/town	city/town	city/town	city/town
E0TypeName	other	zosh	gymnasium/lyceum/collegium	zosh
UkrBall	140-159	140-159	120-139	140-159
HistoryBall	140-159	140-159	140-159	140-159
MathBall	120-139	140-159	140-159	120-139

Рис. 3.2.17. Кластеризація за моделлю KMeans з чотирма кластерами

Джерело: складено автором

За результатами кластеризації виділено кластери зі схожими атрибутами.

### 3.3. Стратегія розвитку освітніх послуг в Україні

Побудовані в попередньому підпункті моделі показали неспроможність точно класифікувати результати НМТ за різними факторами. Серед можливих причин можна виділити такі:

1. Тестування з завданнями закритої форми відповіді. Усі завдання НМТ були у вигляді тестів одиничного вибору з чотирьох/п'яти варіантів відповіді та завдань на встановлення відповідності. Отож, такі завдання неспроможні справедливо оцінити рівень знань учасника тестування, адже є шанси вгадати деякі правильні відповіді, не знаючи їх.

2. Відсутність завдань з відкритою відповіддю. Такі завдання дають можливість краще диференціювати учнів за рівнем їхньої підготовки. Зауважимо, що завдання сертифікаційних робіт деяких предметів зовнішнього незалежного оцінювання містить завдання з розгорнутою відкритою формою відповіді. На жаль, через ряд причин наявність таких завдань для перевірки знань учнів у період, коли триває повномасштабна війна, лише ускладнює процес організації відбору абітурієнтів до закладів вищої освіти. Тому маємо адаптуватися до умов, які нас оточують і шукати якнайкращі відповіді до всіх можливих викликів. Варто зауважити, що наявність відкритих завдань має і недолік: корупційна складова, що може змінити реальні результати. Тому відкриті завдання є ефективними за умови прозорості й чесності оцінювання.

3. Складність завдань і відповідність рейтингової шкали набраним тестовим балам. У зв'язку з тим, що тестування з трьох предметів проводилося в один день протягом двох годин, зрозуміло, що рівень завдань був доволі легким. Для того щоб диференціювати абітурієнтів шкала відповідності тестовим балам мала доволі великі кроки на найнижчих і найвищих балах, тобто ймовірність, що результат учасника потрапить до інтервалу 100-120 або ж 180-200 значно нижча, ніж в інші. Тому в діапазоні 120-180 балів могли опинитися як доволі слабкі та невідповідні учні, що мають змогу вгадати 3-4 завдання, щоб потрапити в цей

інтервал, так і учні з достатнім та високим рівнем знань, які через стрес і неуважність могли припуститися 3-4 помилок і теж опинитися в цьому діапазоні.

Проведений НМТ у 2022 році показав нам можливість усіх причетних до цього інституцій та організацій (Міністерство освіти і науки України, Український центр оцінювання якості освіти, регіональні центри оцінювання якості освіти тощо) зосередитися та в реальних умовах якнайкраще провести вступну кампанію.

На основі дослідження ринку освітніх послуг, інструментів оцінювання якості освіти в Україні, моделювання результатів НМТ сформулюємо стратегію розвитку освітніх послуг в Україні.

Попередньо необхідно дослідити стратегії, наявні зараз. У 2013 році ухвалено Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року [86]. Основна мета стратегії - поліпшення якості освіти в цілому, відповідність сфери освіти ринку праці та суспільним потребам, забезпечення безперешкодного доступу громадян на реалізацію права на освіту.

Основні завдання стратегії включають підвищення якості навчальних програм та методик викладання, розвиток інфраструктури, покращення матеріально-технічної бази закладів освіти, забезпечення права на освіту для всіх громадян, підвищення рівня кваліфікації викладачів, імплементація новітніх освітніх технологій.

За час виконання стратегії було досягнуто певних результатів, зокрема було створено відповідну сучасним вимогам освітню інфраструктуру, впроваджено нові підходи до змісту та методик навчання, підвищено кваліфікацію педагогічних кадрів, створено умови для забезпечення доступності до освіти для всіх громадян.

Проте, деякі завдання так і залишилися невиконаними. Наприклад, недостатньо забезпечено розвиток інноваційних технологій в освіті, а також забезпечення доступності до освіти для всіх категорій населення, включаючи людей з обмеженими можливостями та малозабезпечені верстви суспільства.

На жаль, нової Національної стратегії розвитку освіти наразі не існує, але водночас, варто відзначити, що уряд України продовжує роботу над стратегічними документами в галузі освіти.

Минулого року Уряд ухвалив Стратегію розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки [89]. Стратегія є важливим кроком у забезпеченні якісної освіти в країні. Її основна мета - забезпечити високий рівень підготовки студентів, що відповідає вимогам сучасного ринку праці та світових стандартів освіти.

Суть стратегії полягає в поступовому реформуванні системи вищої освіти в Україні. До основних реформ стратегії можна віднести такі: збільшення рівня автономії університетів, покращення академічної свободи, стимулювання інновацій та досліджень, розширення можливостей для навчання іноземних студентів тощо. Окрім того, стратегія передбачає збільшення доступності вищої освіти, зокрема для малозабезпечених верств населення, а також розвиток електронної освіти та онлайн-навчання.

Стратегія також передбачає підвищення кваліфікації викладачів закладів вищої освіти та збільшення рівня фінансування наукових досліджень. Для цього передбачається розробка системи стимулювання викладачів та науковців, а також підтримка наукових досліджень та інноваційних проєктів.

Важливо зазначити, що стратегія передбачає розвиток вищої освіти в контексті європейських та світових стандартів, а також забезпечення конкурентоспроможності випускників на міжнародному ринку праці.

Загалом, стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки є важливим кроком у забезпеченні якісної освіти в країні та її інтеграції у світову освітню спільноту. Вона має на меті не тільки забезпечення якісної освіти для майбутніх студентів, але й створення умов для розвитку інновацій та наукових досліджень, що в свою чергу дозволить посилити державний науковий потенціал та залучити інвестиції в освіту.

Проте, реалізація стратегії потребує значного фінансування, яке має забезпечити держава. Також важливим елементом є підтримка університетів і

наукових інститутів, що дозволить їм залучати якісних викладачів та науковців, розробляти та впроваджувати інноваційні проекти та приваблювати іноземних студентів.

Крім того, важливим елементом реалізації стратегії є залучення громадськості до дискусії щодо її впровадження та внесення необхідних коректив до розробленого плану. Тільки взаємодія всіх зацікавлених сторін може допомогти забезпечити успішну реалізацію стратегії та зміцнення вищої освіти в Україні на майбутнє.

Крім того, стратегія містить конкретні кроки та рекомендації щодо поліпшення організації вищої освіти в Україні, такі як:

- забезпечення якості освіти за допомогою оцінки та атестації навчальних закладів та викладачів;
- розвиток цифрової освіти та використання сучасних технологій навчання;
- розвиток інтеграції науки та освіти, що дозволить студентам бути втіленням наукових досягнень в своїй галузі;
- відповідність вищої освіти вимогам ринку праці задля забезпечення випускників потрібними знаннями та навичками для конкурентного ринку праці;
- розширення міжнародної співпраці та залучення іноземних студентів та викладачів для обміну досвідом та збагачення академічного середовища.

Аналізуючи вищенаведені документи, можна додати такі пункти стратегії розвитку:

- Продовження вектору розвитку нової української школи. НУШ - це прекрасна концепція, однак у сучасних реаліях лєвова частка реформи існує лише формально.

- Ліквідація освітніх втрат унаслідок пандемії коронавірусу та війни. Уже 3 роки українська освіта тримається на дистанційному навчанні. Безумовно, це кращі умови, ніж під час Другої світової війни, але рівень засвоєння навчального матеріалу бажає бути кращим.

- Зменшення розриву між середньою і вищою освітою. Більшість випускників 11 класу не готові до навчання в університеті, адже є величезний розрив між навчальними програмами та й учні переважно зациклені на підготовці до стандартизованого ЗНО, аніж всебічному розвитку.

- 12-річне навчання може бути важливою ініціативою для покращення якості освіти. Це дозволить дітям отримати більше знань та навичок та підготувати їх до вищої освіти та конкурентоспроможності на ринку праці. Однак, потрібно забезпечити достатній рівень фінансування для здійснення цієї ініціативи та підготовки вчителів для реалізації цієї програми.

- Покращення компетентнісно-орієнтованих умінь в учнів. Результати PISA підтверджують недостатній рівень математичних та природничих компетентностей учнів. Якщо навіть учень знає і вміє виконувати типові задачі, то це не означає, що він вміє використовувати ці знання на практиці.

Варто пам'ятати, що освіта – одна з найважливіших сфер суспільного життя. Поколінню, яке зараз навчається, доведеться відбудувувати Україну, тому важливо сприяти розвитку освіти, щоб цей процес відродив нашу державу на рівні розвитку розвинутих країн світу.

### **Висновки до розділу 3**

У цьому розділі представлено базу даних з результатами НМТ 2022 року. Проведено статистичний аналіз зібраних даних. Після первинної обробки даних можна виділити деякі висновки. Наприклад, чоловіки показують кращі знання з математики, а жінки мають вищі бали за тести з історії України та української мови. Випускники, які здобули освіту в спеціалізованих школах, колегіумах або гімназіях, отримують вищі бали на тестуванні, ніж ті, хто завершив інші типи закладів. Молодші учасники (до 19 років) досягають кращих результатів, ніж дорослі, зокрема випускники 2022 року показали кращі показники, ніж випускники минулих років. Учасники з сільських населених пунктів досягають менш успішних результатів, ніж учасники з міст.

Зібрані дані було згруповано в категорії по різних атрибутах. Після чого побудовано класифікаційні та кластеризаційні моделі у програмі Weka. Результати моделювання показали неспроможність точно класифікувати результати НМТ за різними факторами. Було виокремлено основні причини цього: формат тестування, складність завдань, відповідність рейтингової шкали тестовим балам.

Було проаналізовані Національні стратегії розвитку освіти та вищої освіти, на основі яких сформульовано стратегію розвитку ринку освітніх послуг.

## ВИСНОВКИ

Освіта – ключова сфера в суспільному житті. Дослідження ринку освітніх послуг має значний вплив на розвиток національної системи освіти та підвищення рівня конкурентоспроможності України на міжнародному ринку праці.

Економіко-математичне моделювання ринку освітніх послуг в Україні є інноваційним та перспективним напрямом дослідження, що дає можливість отримати науково обґрунтовані висновки щодо оптимальної стратегії розвитку ринку освітніх послуг.

Внаслідок виконання роботи можна сформулювати такі висновки:

1. Освітня послуга – система процесів і засобів, які надаються освітньою установою з метою забезпечення підготовки кваліфікованих фахівців, здобуття різноманітних знань, умінь і навичок, які задовольняють освітні потреби студентів та сприяють їх особистісному розвитку, а також відповідають вимогам суспільства і ринку праці.

2. Реалізація освітніх послуг в Україні відбувається на восьми кваліфікаційних рівнях відповідно до Національної рамки кваліфікацій різними закладами освіти.

3. Освіта не стоїть на місці і постійно розвивається. Серед основних тенденцій розвитку освіти є розвиток інклюзивного навчання, децентралізація в освіті (створення опорних закладів), активне використання дистанційного та індивідуального навчання, інтеграція штучного інтелекту тощо.

4. Основними інституціями, що контролюють якість освіти в Україні, є Державна служба якості освіти та Міністерство освіти і науки. Основними заходами є контроль закладів освіти, слідкування за дотриманням законодавства про освіту, затвердження освітніх програм, інституційний аудит закладів освіти тощо. У 2018 році Україна провела оцінювання PISA, яке допомогло оцінити стан української освіти та виявити шляхи її розвитку.

5. Для моделювання ринку освітніх послуг використовуються різні методи, у тому числі економіко-математичні моделі. Особливу увагу варто приділити методам інтелектуального аналізу даних, використання яких дозволяє отримати точні прогнози і зробити висновки щодо покращення освітніх стратегій.

6. Якість освіти залежить від багатьох факторів, зокрема можна виділити наступні: вплив рівня освіти батьків, кваліфікації батьків, матеріального становища сім'ї, наявності речей особистого вжитку. Серед чинників впливу на результати ЗНО було виділено тип закладу освіти, тип учасника тестування, тип місцевості, вік, стать.

7. Інтелектуальний аналіз даних – потужний інструмент, який можна використовувати в багатьох сферах, у тому числі для аналізу освіти. У роботі побудовано класифікаційні й кластеризаційні моделі в середовищі Weka.

8. Результати побудованих моделей показали неспроможність точно класифікувати результати НМТ за різними факторами. Було виокремлено основні причини цього: формат тестування, складність завдань, відповідність рейтингової шкали тестовим балам. На основі отриманих висновків було сформульовано стратегію розвитку освіти в Україні.

9. До стратегії розвитку освіти в Україні віднесено такі: продовження вектору розвитку нової української школи, ліквідація освітніх втрат унаслідок пандемії коронавірусу та війни, зменшення розриву між середньою і вищою освітою, запровадження 12-річного навчання у закладах середньої освіти, покращення компетентнісно-орієнтованих умінь в учнів.

Варто пам'ятати, що освіта – одна з найважливіших сфер суспільного життя. Поколінню, яке зараз навчається, доведеться відбудувувати Україну, тому важливо сприяти розвитку освіти, щоб цей процес відродив нашу державу на рівні розвитку розвинутих країн світу.