

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра загальної математики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

**на тему: « ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ПІДГОТОВКИ
АБИТУРІЄНТІВ НА ОСНОВІ ЯКІСНОГО АНАЛІЗУ
РЕЗУЛЬТАТІВ ЗОВНІШНЬОГО НЕЗАЛЕЖНОГО
ОЦІНЮВАННЯ З МАТЕМАТИКИ»**

Виконала: студентка	2 курсу, групи	8.1118
спеціальності	111 математика	
	<small>(шифр і назва спеціальності)</small>	
освітньої програми	математика	
	І. В. Гузь	
	<small>(ініціали та прізвище)</small>	
Керівник	доцент кафедри загальної математики, к.ф.–м.н., Спиця О. Г.	
	<small>(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)</small>	
Рецензент	доцент кафедри комп'ютерних наук, доцент, к.пед.н., Пшенична О. С.	
	<small>(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)</small>	

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет математичний

Кафедра загальної математики

Рівень вищої освіти магістр

Напрямок підготовки 111 математика
(шифр і назва)

Освітня програма математика

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загальної
математики, к.ф.-м.н., доцент
Зіновєєв І. В.

(підпис)

« 30 » 05 2019 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Гузь Ірині Віталіївні

(прізвище, ім'я та по-батькові)

1. Тема роботи (проекту) Прогнозування рівня підготовки абітурієнтів на
основі якісного аналізу результатів зовнішнього незалежного оцінювання
з математики

керівник роботи (проекту) Спиця Оксана Геннадіївна, к.ф.-м.н.

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

затверджені наказом ЗНУ від « 29 » 05 2019 року № 811-с

2. Строк подання студентом роботи 27.12.2019

3. Вихідні дані до роботи 1. Постановка задачі.

2. Перелік літератури.

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

1. Зовнішнє незалежне оцінювання в освіті

2. Огляд основних статистичних гіпотез

3. Кількісний та якісний аналіз результатів

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

ілюстрації до тексту роботи, таблиці розрахунків, презентація

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 30.05.2019

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану роботи.	09.09.19	
2.	Збір вихідних даних.	10.09.19	
3.	Обробка методичних та теоретичних джерел.	15.09.19	
4.	Розробка першого розділу.	20.09.19	
5.	Розробка другого розділу.	10.10.19	
6.	Розробка третього розділу.	10.11.19	
7.	Оформлення та нормо контроль кваліфікаційної роботи.	17.12.19	
8.	Захист кваліфікаційної роботи	16.01.20	

Студент _____
(підпис)

І. В. Гузь _____
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

О. Г. Спиця _____
(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____
(підпис)

О. Г. Спиця _____
(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Прогнозування рівня підготовки абітурієнтів на основі якісного аналізу результатів зовнішнього незалежного оцінювання з математики»: 63 с., 7 рис., 35 табл., 12 джерел.

ГІПОТЕЗА, ЗОВНІШНЄ НЕЗАЛЕЖНЕ ОЦІНЮВАННЯ, ОЦІНЮВАННЯ, МОНІТОРИНГ, СТАТИСТИКА, ТЕСТИ.

Об'єкт дослідження – педагогічні тести, теорія обробки результатів тестування, результати зовнішнього незалежного оцінювання з математики.

Мета роботи: прогнозування рівня підготовленості абітурієнтів на основі якісного статистичного аналізу результатів зовнішнього незалежного оцінювання.

Методи дослідження – аналітичний, синтез–метод, аналітико–синтетичний, практичний, порівняльний.

У кваліфікаційній роботі представлено найпростіші та необхідні процедури статистичної обробки результатів зовнішнього незалежного оцінювання знань і методи оцінки якості тесту. Обґрунтовано застосування різних теорій для дослідження якості тестування. На основі викладеного матеріалу наведено приклад аналізу результатів зовнішнього незалежного оцінювання з математики шляхом порівняльної характеристики. Результати роботи можуть бути використанні вчителями загальноосвітніх шкіл та викладачами закладів вищої освіти, а також розробниками тестів з математики для підготовки до зовнішнього незалежного оцінювання.

SUMMARY

Master's Qualification Thesis «Forecasting the Level of Preparation of Entrants on the Basis of Qualitative Analysis of the Results of External Independent Evaluation in Mathematics»: 63 pages, 7 figures, 35 tables, 12 references.

HYPOTHESIS, INDEPENDENT EXTERNAL EVALUATION, EVALUATION, MONITORING, STATISTICS, TESTS.

The object of the study – educational tests, treatment theory the test results, the results of external independent testing in mathematics.

The aim of the study: prediction of the level of preparedness of students on the basis of qualitative statistical analysis of the results of external independent evaluation.

The methods of the research are analytical, synthesis method, analytical–synthetic, practical, and comparative.

In the qualification paper the theoretical bases of presents the most simple and necessary procedures of statistical processing of the results of External Independent Evaluation of knowledge and methods of evaluation of test quality. Justified the application of different theories to investigate the quality of testing. On the basis of the material an example of the analysis of the results of External Independent testing in mathematics through comparative characteristics. The results can be used by teachers of secondary schools and lecturers of higher education institutions.

ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу.....	2
Реферат.....	4
Summary.....	5
Вступ.....	7
1 Зовнішнє незалежне оцінювання в освіті.....	8
1.1 Історичні відомості моніторингу знань учнів в Україні.....	8
1.2 Теоретичні аспекти зовнішнього незалежного оцінювання.....	17
1.3 Висновки за 1 розділом.....	25
2 Огляд основних статистичних гіпотез.....	26
2.1 Параметричні і непараметричні статистичні гіпотези. Статистичний критерій. Емпіричне значення критерію.....	26
2.2 Загальний алгоритм перевірки правильності нульової гіпотези	28
2.3 Складність тесту (p-value).....	30
2.4 Висновки за 2 розділом.....	30
3 Кількісний та якісний аналізи результатів.....	32
3.1 Прогнозування рівня складності ЗНО з математики.....	32
3.2 Статистичний аналіз та перевірка статистичних гіпотез.....	48
3.3 Висновки за 3 розділом.....	58
Висновки.....	61
Перелік посилань.....	62

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах модернізації змісту освіти та з метою вдосконалення навчального процесу широкого застосування набуває тестування як метод вимірювання й оцінювання навчальних досягнень студентів з різних предметів як у процесі їх засвоєння, так і під час складання зовнішнього незалежного оцінювання. Розвиток сучасної теорії освітніх вимірювань неможливо уявити без відповідних математико–статистичних методів освітнього моніторингу, значна частина яких тести. Проблема належної підготовки українських випускників до незалежного оцінювання якості знань з математики на сьогодні є надзвичайно актуальною. Саме тому у роботі розглянуто спосіб вирішення проблеми підготовки абітурієнтів до ЗНО з математики.

Мета та завдання дослідження: спрогнозувати рівень підготовленості абітурієнтів на основі якісного аналізу результатів зовнішнього незалежного оцінювання з математики.

Об’єкт дослідження – результати зовнішнього незалежного оцінювання.

Методи дослідження. У роботі використовуються такі методи, як аналітичний, синтез, аналітико–синтетичний, практичний, порівняльний.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи можуть бути використанні вчителями загальноосвітніх шкіл та викладачами закладів вищої освіти для дослідження якості підготовленості абітурієнтів до ЗНО з математики.

Структура й обсяг кваліфікаційної роботи. Робота складається з трьох розділів. У першому розділі наведено історичні відомості про ЗНО. У другому розділі розглянуто основні статистичні гіпотези та статистичний аналіз даних. У третьому розділі наведено статистичний аналіз з прогнозуванням рівня складності завдань ЗНО з математики на 2020 рік.

1 ЗОВНІШНЄ НЕЗАЛЕЖНЕ ОЦІНЮВАННЯ В ОСВІТІ

1.1 Історичні відомості моніторингу знань учнів в Україні

У сучасному світі чільне місце в освітній політиці, безсумнівно, посідає моніторинг освітніх систем. Наприкінці 50–х років ХХ сторіччя у міжнародних дослідженнях у галузі освіти постала ще одна надзвичайно складна проблема: встановлення міжнаціональних стандартів змісту навчальних програм і навчальних досягнень учнів. Можна легко простежити, як, зі змінним успіхом, поступово зростав інтерес до вимірювання встановлених стандартів освіти та, відповідно, формувалися передумови проведення моніторингу. У середині 80–х із цього приводу в деяких країнах відбувся справжній прорив [1]. Тепер існує низка ключових проблем, пов'язаних із запровадженням стандартів і здійсненням моніторингу на національному рівні:

- чи потрібен моніторинг якості освіти?
- якими можуть бути політичні та практичні наслідки проведення моніторингу?

Моніторинг якості освіти в Україні походить в контексті зовнішнього оцінювання навчальних досягнень учнів. Україна бере участь у міжнародних порівняльних дослідженнях, які проводяться за сприяння Міжнародної асоціації з оцінювання навчальних досягнень (ІЕА) та Організації з економічного співробітництва та розвитку (ОЕСД). Основним завданням міжнародного моніторингу є виявлення рівня навченості окремого учня з метою порівняння та оцінювання якості освіти в країні.

Освітні вимірювання – це потужний шар світової культури, до якого Україна тільки долучається. Попереду участь у міжнародних порівняльних дослідженнях якості освіти TIMSS, PISA, PEARLS тощо. Попереду ще розбудова власної національної системи моніторингу якості освіти і ЗНО абітурієнтів слід розглядати саме під таким кутом зору.

Про системне планування освітнього процесу практично ніхто не чув приблизно до початку 1960-х, коли було сформовано ОЕСР з її теперішньою назвою. Майже водночас Світовий Банк разом із Фондом Форда у співробітництві з ЮНЕСКО підтримали заснування в Парижі Міжнародного інституту планування освіти [1].

Результати моніторингу освіти потрібні, насамперед, політикам та урядам, а також керівникам та посадовим особам центральних управлінь. До того ж інформацію, отриману під час моніторингу, розглядає громадськість. "Користувачі" – це працівники системи шкільництва, переважно, директори і вчителі. Також і учні можуть мати користь із докладних відомостей про чинники, що впливають на успішність, і про весь процес навчання, оскільки це спрощує прийняття рішень і саме навчання. З рештою, ще одну важливу групу становлять науковці. Система моніторингу вимагає збирання даних, що частково може зробити уряд, бо має дані адміністративних звітів, але частіше виникає потреба мати й аналітичну інформацію. Тут надходить черга дослідників. Вони зацікавлені аналізувати дані, оскільки так отримані знання та поняття можуть принести користь цілій галузі. Варто зауважити, що система моніторингу не статична, для вдосконалення вона вимагає постійних пошуків.

Вимірювання в освіті передбачає різні способи збирання відомостей про результати навчального процесу: оцінювання експертів, що можуть мати суб'єктивний характер, або проведення стандартизації тестів для того, щоб об'єктивно вимірювати когнітивні, а деколи й некогнітивні аспекти навчальних досягнень. Відповідно, існують різні підходи до вимірювання, кожен із яких має свої особливі цілі та свої способи вимірювання.

Моніторинг означає процедури систематичного збирання даних про важливі аспекти освіти на загальнодержавному, регіональному чи локальному рівнях. Моніторингова діяльність передбачає збирання даних вимірювання, але не обмежується відомостями тільки про результати навчання, а враховує і контекстуальну інформацію, виміри вхідних ресурсів й навчальних процесів.

Оцінювання освіти – це систематичне збирання і тлумачення фактів, за якими йде наступний етап – судження про їх цінність і відповідне планування подальших дій. Отже, оцінювання дає змогу формувати судження про цінність на основі фактів, отриманих через вимірювання ознак, рис, явищ, а результати пов'язують з якоюсь метою та цінностями, встановленими для навчальної діяльності. Моніторинг й оцінювання – це споріднені речі, проте між ними існує істотна відмінність.

Моніторинг передбачає систематичне збирання фактів про контекст, вхідні ресурси, процеси й результати в системі освіти. Оцінювання передбачає застосування зібраних даних для того, щоб сформувані оцінні судження про ситуацію. Систематичне збирання фактів про рівень досягнень у навчанні, подібно до показникової системи під час проведення моніторингу навчального процесу, важливий елемент оцінювання у моделі підзвітності. Моніторинг вказує на те, як через оцінні судження можна забезпечити існування підзвітності для того, щоб впливати на системи керування й контролю [1].

Як підказують історичні факти, моніторинг в освіті виник, щоб забезпечити основи політичних рішень, зокрема постала потреба мати інформаційне підґрунтя, для прикладу, дані про виділення коштів. Навіщо тоді вдаватися до проведення моніторингу?

Економічно розвинені країни з часом помітно збільшували щорічні реальні витрати на учня, проте результати, а саме досягнення учнів, пропорційно не поліпшувались. До такого висновку можна дійти лише через тривалі спостереження за витратами та результатами. Тож потреба розгледіти чільні напрями розвитку освіти – вагома підстава збирання даних для проведення моніторингу. Щоб формувати освітню політику, потрібно знати провідні тенденції, адже без таких відомостей шкільній адміністрації бракуватиме системності розуміння того, що відбувається у сфері вхідних ресурсів, процесів і конкретних результатів навчання.

Звідси випливає ще одна вагома причина проведення моніторингу освіти. Системне збирання даних та їх аналіз стають передумовами розширення бази

знань. Нестача систематизованих та комп'ютеризованих відомостей гальмувала поступ у царині педагогіки, зокрема порівняльній. Згодом формування систем моніторингу та нагромадження даних на міжнародному рівні складає порівняльну інформаційну основу для перевірки гіпотез про постійність та зміни в освіті.

У країнах, де навчальні програми та освітні цілі встановлює центральна влада, існує потреба у відомостях про відповідність їх системі освіти. Це можна назвати лейтмотивом, прагненням до підзвітності. Його головний принцип полягає у тому, що державна влада, районні чи місцеві установи освіти, директори та вчителі всіх шкіл відповідають перед громадськістю та учнями за результати навчання.

Там, де система освіти децентралізована, тобто уряд тільки визначає деякі цілі та надає фінансову підтримку, держава бажає знати, наскільки місцеві школи забезпечують досягнення цих цілей, надаючи рівні можливості навчатися. Такі обставини передбачають існування системного підходу до вимірювання освітнього процесу, вимірювання досягнутих результатів та оцінювання отриманих відомостей, щоб виявити позитивні та негативні аспекти і, за потреби, вжити заходів для їх поліпшення.

Завжди існуватиме потреба виміряти рівень досягнень та провести моніторинг. Так підходимо до проблеми, як контролювати організацію та процеси навчання у школі. У багатьох країнах важливу роль у формуванні освітньої політики відіграють органи регіональної або місцевої влади різних рівнів. Запровадження системи моніторингу для оцінювання освітньої політики можна вважати зовнішнім втручанням, щоби спрямувати дії органів місцевих влад та скерувати внутрішню роботу шкіл на досягнення цілей, які мають загальнодержавне значення. Саме тому систему моніторингу можна розглядати як частину цілої політичної системи, оскільки завдяки їй можна зміцнювати бюрократичний та адміністративний контроль.

Причини проведення моніторингу чітко виявляються у його функціях, у національній системі освіти. Ці функції можуть набувати різних форм, залежно від того, хто і з якою метою здійснює моніторинг.

Моніторинг має вагомий вплив на систему освіти, деякі його аспекти можна назвати позитивними, інші – негативними. Функції моніторингу виглядають просто, але реалізувати його досить складно. За умови правильного застосування, моніторинг може допомогти досягнути бажаних результатів. Та все ж існує висока ймовірність його хибної реалізації. Перед тими, хто придумав і запровадив систему моніторингу, також стоїть завдання унеможливити виникнення помилок. Розглянемо кілька реальних шляхів подолання помилок [1]:

- існує ризик використання моніторингу для інструментального контролю. Посадові особи можуть скористатись інформацією для того, щоб узаконити свою владу над школами та вчителями, що не є умовою проведення моніторингу. Головна мета отриманої інформації – постійно проводити поінформоване, а також критичне обговорення про засоби та цілі освіти. Ризик такого зловживання моніторингом можна зменшити, якщо окреслити незалежну стратегію звітності на основі взаємовідповідальності між політичною владою та відповідними працівниками системи освіти;

- системи моніторингу зазвичай розвиваються через процес пошуку компромісу, тобто влада ґрунтується на низці спільних поглядів. Водночас моніторинг передбачає встановлення цілей та стандартів, тому виникає потреба розмежування головних і другорядних питань. Окреслені цілі та стандарти зосереджуються на вимірюванні конкретних результатів (часто це показники досягнень учнів), а інші цілі та завдання школи можуть залишитися не використаними. Виникає запитання, які саме результати вимірювати. З прагматичних міркувань схиляємося до обмеження системи моніторингу такими даними, до яких можна отримати доступ чи зібрати їх невеликим коштом. Безперечно, якби система моніторингу базувалася тільки на даних стандартизованих тестувань із кількох основних предметів, не було би

розуміння цілої картини. Навіть гірше, у такій ситуації могли б виникнути небажані пріоритети, а навчальна програма могла б розвиватись у небажаному напрямі. Школи намагаються закріпити певні цінності, прагнуть одержати додаткові результати, які не так просто виміряти. Тому постає проблема збалансованого поняття результатів освіти. Потрібно також запровадити сприятливу науково–дослідницьку політику, яка б підтримувала систему моніторингу [3].

Спроби здійснити моніторинг національної системи і виміряти її «освітню результативність» мали б також урахувати соціально–економічні та етнічні зміни, що відбуваються за порівняно незначні періоди часу.

Розвитку та становленню моніторингу активно сприяли такі широкомасштабні міжнародні моніторингові дослідження:

- FIMS – проводилося ІЕА у 1959–1967 рр. у 13 країнах світу; було присвячене оцінюванню успішності з математики у початковій та середній школах;

- SIMS – здійснювалося у кілька етапів протягом 1976–1989 рр. у 24 країнах; передбачало вивчення успіхів школярів у засвоюванні математики, природничих наук, англійської та французької мов як іноземних, а також досліджування навчального середовища в межах одного класу;

- TIMSS – розпочате у 1991р.; охопило 50 країн. Досліджували стан навчання математики та природничих наук;

- TIMSS–R – проводили протягом 1997–2000 рр. на території Росії;

- LES – проводили протягом 1995–1997 рр., було присвячене вивчанням стану викладання іноземних мов;

- CIVICS – розпочалося у 1996 р., його проводили у кілька етапів з фіксацією результатів у 1999, 2000 рр.; присвячене досліджуванню суспільствознавчої освіти. Взяло участь 28 країн;

- PISA – 2000 р. охопило 32 країни (28 з них члени ОЕСР); передбачало оцінювання підготовки 15–річних підлітків за трьома напрямками:

«грамотність читання», «математична грамотність» та «природничо–наукова грамотність»;

– КОМПЕД – проводили у 1992 р.; було присвячене використуванню в освіті комп'ютерів. У ньому брало участь 20 країн;

– MONEE «Освіта для всіх» – проводили з 1998 р. Міжнародним дитячим фондом ЮНІСЕФ і охопило 27 країн Східної, Центральної Європи та Балтії. Основна мета досліджування полягала в аналізуванні соціальних умов життя дітей, їх родин та державної політики постсоціалістичних країн [1].

Оцінювання як результат моніторингу якості освіти здійснюються з метою:

- удосконалення педагогічних засобів;
- визначення результативності навчання та виховання учнів;
- порівняння навчальних закладів, встановлення рейтингу;
- визначення ефективності використання коштів і ресурсів;
- планування та прогнозування розвитку освітньої галузі певного регіону, міста;
- формування освітньої політики держави, регіону;
- визначення престижності та конкурентоспроможності національної системи освіти.

Види оцінювання:

- зовнішнє – здійснюють періодично спеціальними установами і фахівцями за відповідною технологією;
- внутрішнє – проводять на рівні групи, класу, школи вчителями–предметниками (або групою вчителів окремої школи), шкільними психологами за їх бажанням або за вимогою керівництва школи з використанням власних методичних матеріалів для внутрішніх потреб та звітування про результати оцінювання перед батьками [5].

Результати зовнішнього моніторингу якості освіти використовують для:

- визначення індикаторів розвитку системи освіти відповідної території як статистичних показників якості освіти;

- формування банку статистичних даних у державній освітній статистиці;
- встановлення рейтингу навчальних закладів;
- проведення сертифікаційного іспиту (державної підсумкової атестації випускників та одержання ними атестатів або дипломів про освіту);
- оновлення (корекції) змісту освіти, перегляд вимог до рівня підготовки учнів;
- визначання перспективних і актуальних напрямів державної освітньої політики щодо поліпшування освітнього рівня та розвитку системи освіти, зокрема надання підтримки проблемним зонам;
- з'ясування проблем в освітній сфері та визначення способів їх розв'язання як на місцевому, так і на загальнодержавному рівні;
- отримання об'єктивної інформації про адекватність освітніх результатів ресурсам, які вкладають в систему освіти, тобто визначення соціальної, політичної та економічної ефективності та результативності функціонування системи освіти;
- формування ефективного механізму розподілу ресурсів (матеріальних, фінансових, кадрових та інших);
- визначення якості системи освіти на міжнародному рівні (за участі у міжнародних моніторингових дослідженнях) тощо [7].

Етапи проведення моніторингового дослідження.

Етап 1 Цілепокладання та планування дослідження:

- а) визначання мети та завдань дослідження;
- б) визначання об'єкту дослідження;
- в) розраховування та формування вибірки;
- г) побудова графіка дослідження:
 - визначення термінів і процедур дослідження;
 - підбирання та підготовка (навчання) координаторів дослідження;
- д) визначення критеріїв та показників оцінювання;
- е) вибір методів досліджування.

Етап 2 Розробка інструментарію:

- а) розроблення та апробація тестів, одержання стандартизованого тесту;
- б) розроблення та апробація анкет;
- в) підготовка інструктивно–методичних матеріалів для координаторів дослідження всіх рівнів і учасників дослідження;
- г) вибір статистичних і математичних методів опрацювання та оцінювання здобутих результатів дослідження.

Етап 3 Проведення дослідження:

- а) пілотне дослідження (підготовка учасників, проведення інструктажу);
- б) основне дослідження.

Етап 4 Збирання та опрацювання результатів.

Етап 5 Аналіз та інтерпретація результатів дослідження:

- а) узагальнення статистичної інформації;
- б) виявлення чинників впливу;
- в) підготовка рекомендації щодо: коригування та усунення негативних чинників, формування освітньої політики тощо.

Завдання місцевих відділів моніторингу якості загальної середньої освіти:

- безпосереднє проведення моніторингових досліджень відповідно до національних і регіональних програм моніторингових досліджень та місцевих проблем в освіті;
- спостереження, нагляд за дотриманням всіх процедур згідно з регламентом моніторингу;
- збирання інформації за технологіями, розробленими координаційним центром;
- роз'яснення результатів, здійснення коригування за рекомендаціями національних і регіональних експертів з якості.

Вимірювання і моніторинг залежать від методики вимірювання, а їхні результати набувають значення в порівняльному контексті. Так встановлюється

низка обмежень, оскільки вважають, що стан методик проведення вимірювань завжди далекий від досконалості. Окрім того, теорія ще не розвинулась настільки, щоб можна повністю пристосувати контекстуальну інформацію, яка має радше якісне забарвлення, до аналізу кількісних даних. Проте аж ніяк не позбавлене сенсу застосування емпіричних засобів для проведення моніторингу національної системи освіти на міжнародному тлі [1].

1.2 Теоретичні аспекти зовнішнього незалежного оцінювання

Із XIX сторіччя, коли універсальна система початкової освіти в багатьох країнах отримала законодавчу базу, освіта стала головним елементом формування нації – держави. У сучасному світі проблема якості освіти набуває особливої актуальності для всіх держав. Суспільства повною мірою усвідомлюють важливість набуття якісної освіти для випереджального розвитку країни.

Одним із основних елементів забезпечення якості освіти є зовнішнє незалежне оцінювання (ЗНО) навчальних досягнень учнів. Зовнішнє незалежне оцінювання – одна з найпоширеніших у світі та ефективних систем оцінювання навчальних досягнень учнів, яка дозволяє провести як підсумкову атестацію, так і селекцію для вищих навчальних закладів [5].

Основними передумовами запровадження зовнішнього незалежного оцінювання в Україні було проголошення Національною доктриною розвитку освіти доступність до якісної освіти для всіх громадян України. Визначення головною метою української системи освіти – створення сприятливих умов для розвитку і самореалізації кожної особистості, формування поколінь, які здатні навчатися впродовж життя, створювати й розвивати цінності громадянського суспільства. Одним із пріоритетів державної політики в розвитку освіти визначається створення однакових можливостей для дітей і молоді у здобутті якісної освіти.

Наприкінці ХХ ст. одним з найгостріших питань здобуття освіти в Україні стала проблема вступу молоді до ВНЗ, зокрема через необ'єктивність оцінювання навчальних досягнень абітурієнтів, застарілі технології вступних випробувань у формі усних і письмових екзаменів з певних предметів, існування корумпованих схем зарахування студентів до вищих навчальних закладів. Це викликало збурення в суспільстві, протидію корупційним проявам вступної кампанії, що в кінцевому результаті привело окремі провідні університети до намагання запровадити у себе антикорупційні заходи щодо вступу до навчальних закладів: перехід до письмових форм екзаменів, відкрите для громадськості їх проведення, телетрансляція ходу екзаменів з аудиторій, запровадження тестових технологій на вступних іспитах тощо [8].

Соціологічне дослідження щодо ставлення молоді до випускних і вступних екзаменів напередодні запровадження зовнішнього незалежного тестування (Центр "Соціальний моніторинг", 2002 р.) показало, що дві третини опитаних вважали їх непрозорими і необ'єктивними, а практику їх проведення такою, що потребує істотного реформування. Більшість учнів і студентів прихильно ставилися до того, щоб результати випускних іспитів зараховувалися як вступні. Крім того, більше половини опитаних висловлювали думку, що незалежне оцінювання поліпшить прозорість системи вступу до ВНЗ і сприятиме об'єктивному оцінюванню навчальних досягнень абітурієнтів.

У 1999 році Міжнародний фонд (МФ) «Відродження» ініціював передпроектне дослідження з незалежного тестування, яким передбачалося опрацювання нових технологій вступних іспитів як антикорупційних заходів. Головною його метою було вивчення світового досвіду проведення тестування при вступі до ВНЗ, а також узагальнення існуючої вітчизняної практики використання тестів у провідних університетах України (НУ «Києво–Могилянська академія» (НУКМА), Київський національний університет ім. Т. Шевченка (КНУ), Львівський національний університет ім. І. Франка (ЛНУ), Одеський педагогічний університет ім. І. Мечнікова (ОДПУ), Харківський національний педагогічний університет ім. Г.С. Сковороди

(ХНПУ)). Згодом ця актуальна ініціатива розгорнулася в проект фонду «Центр тестових технологій», який започаткував системну роботу з вивчення умов і можливості запровадження незалежного оцінювання абітурієнтів при вступі до ВНЗ.

У 2002 році між МФ «Відродження», Міністерством освіти і науки та Академією педагогічних наук України була укладена угода про співпрацю в цьому напрямі. Цим фактично був започаткований широкомасштабний педагогічний експеримент із запровадження зовнішнього незалежного оцінювання абітурієнтів на основі тестових технологій, на початку якого опрацьовувалися різні його моделі, готувалася нормативна база з проведення ЗНО, апробувалися різні процедури і самі тести з української мови, математики та історії. Головним осередком у цій експериментальній роботі став Центр тестових технологій та ті чотири університети (НУКМА, ОДПУ, ЛНУ, ХНПУ), що розпочинали проект. З часом до них приєдналися й інші ВНЗ, які мали досвід використання тестових технологій на вступних іспитах (Донецький національний університет, Харківський національний педагогічний університет ім. Г. С. Сковороди та ін.) [7].

Позитивні результати пошукового експерименту, підтримка педагогічної громадськості та суспільний резонанс щодо запровадження ЗНО сприяли прискоренню запровадження цієї прогресивної технології в освітню практику України. У 2004–2005 роках Кабінет Міністрів України видав дві постанови («Деякі питання запровадження зовнішнього незалежного оцінювання та моніторингу якості освіти» від 25.08.2004 р., № 1095 та «Про невідкладні заходи щодо запровадження зовнішнього незалежного оцінювання та моніторингу якості освіти» від 31.12.2005 р., № 1312), які унормували розгортання всеохоплюючого запровадження ЗНО в Україні. Зокрема, ними передбачалося, що зовнішнє незалежне оцінювання навчальних досягнень випускників ЗНЗ одночасно виконуватиме дві функції – державної підсумкової атестації випускників ЗНЗ (ДПА) і добору абітурієнтів при вступі до ВНЗ.

Для реалізації завдань Уряду та відповідно Указу Президента України від 4 липня 2005 р. «Про невідкладні заходи щодо забезпечення функціонування та розвитку освіти в Україні», Програми діяльності Кабінету Міністрів України і відповідних урядових постанов було впроваджено незалежне зовнішнє оцінювання випускників, які виявили бажання вступати до вищих навчальних закладів.

Ця реформа найзначущіша за багато останніх років за масштабами та складністю трансформацій в українській освіті [6].

Система зовнішнього незалежного оцінювання – це система стандартизованих компонентів: інструментів вимірювання – тестів, процедур проведення тестувань і перевірки виконання тестів. Порушення стандартів у будь-якому із цих компонентів веде до спотворення і знецінення отриманих результатів. З моменту запровадження системи зовнішнього оцінювання в Україні були зроблені такі кроки, спрямовані на забезпечення її функціонування:

а) створено відповідну інфраструктуру: Український центр оцінювання якості освіти (УЦОЯО), регіональні центри оцінювання якості освіти, пункти тестування, лабораторії при Інститутах післядипломної педагогічної освіти тощо;

б) напрацьовано певні технології складання завдань для проведення зовнішнього оцінювання, удосконалення їхнього змісту, навчання педагогічних працівників щодо проведення тестування, безпосередньої організації процесу, а також перевірки результатів;

в) проведено інформаційну кампанію, спрямовану на роз'яснення населенню переваг і особливостей організації зовнішнього тестування.

Зовнішнє незалежне оцінювання – комплекс організаційних процедур (передусім – тестування) спрямований на визначення рівня навчальних досягнень випускників середніх навчальних закладів при їхньому вступі до вищих навчальних закладів.

Для формування освітньої політики, потрібно знати провідні тенденції в галузі освіти, адже без такої інформації Міністерству освіти і науки України бракуватиме системності розуміння того, що відбувається у сфері освітніх ресурсів, процесів і конкретних результатів навчання [10].

Найвразливішими в українському варіанті ЗНО, на думку експертів, є такі елементи цілісної системи ЗНО, як законодавче і нормативне врегулювання його проведення, якість предметних тестів, організаційно–процедурні питання його забезпечення.

Насамперед законодавчого врегулювання вимагає саме запровадження ЗНО в освітню практику. Закони України про освіту, які приймалися до впровадження ЗНО, не відображають цей педагогічний феномен в нормативних актах і не регулюють багато правових відносин щодо різних процедур проведення незалежного тестування. Підготовлені зміни до законодавства тривалий час не приймаються Верховною Радою України або відхиляються з технічних обставин.

Крім того, щорічно розгортається широка дискусія щодо надання пільг при вступі окремим категоріям абітурієнтів, умов прийому на заочне навчання випускників ВНЗ минулих років та професійно–орієнтованих абітурієнтів, що закінчили ВНЗ I рівня акредитації тощо. Ця проблема особливо загострюється напередодні та після зарахування до ВНЗ, адже у суперечність вступають загальні принципи ЗНО (справедливості, об'єктивності, рівного доступу) і практика зарахування на навчання до ВНЗ [4].

Має місце також різниця в результатах випускників міських і сільських шкіл, а також учнів, що навчалися за різними програмами (наприклад, учні спеціалізованих шкіл, ліцеїв і гімназій, випускники, що вчилися і закінчили ЗНЗ у різні роки, учні ПТНЗ тощо). Зокрема, статистичний звіт ЗНО 2008 року свідчить, що якісні показники результатів предметних тестів випускників ЗНЗ з міської та сільської місцевості суттєво відрізняються в частині високих результатів. Наприклад, відсоток учасників, що отримали бали 185 і вище, в

учнів з сільської місцевості в кілька разів менше, ніж в учнів із міських шкіл [11].

У даному випадку система критеріїв добору до університетів не охоплює всіх якостей особистості, що визначають її здатність доотримання вищої освіти. Крім рівня навчальних досягнень учнів вона повинна оцінювати й інші їхні якості, зокрема загальну навчальну компетентність, яка визначає здатність до успішного навчання, умотивованість до продовження навчання тощо.

Орієнтація ЗНО лише на предметні тести не враховує також сучасної компетентнісної парадигми освіти, змушує учнів зосереджувати увагу лише на предметах, які вони складатимуть під час ЗНО, обмежуючи таким чином загальнорозвивальну спрямованість середньої освіти.

Система вступу до вищих навчальних закладів на основі зовнішнього незалежного оцінювання в основному забезпечує рівність різних категорій громадян у здобутті вищої освіти. Водночас варто зазначити, що дана система потребує удосконалення щодо випускників минулих років, оскільки їхня успішність вступу до університетів не задовольняє критерію справедливості. З цією метою пропонується запровадження поряд з предметним тестуванням оцінювання здатності абітурієнта до продовження навчання у ВНЗ – так званого тесту загальної навчальної компетентності (ТЗНК).

Таким чином, у процесі реформування процедур прийому до ВНЗ перед органами влади і самими навчальними закладами виникає низка проблем, пов'язаних з обранням найефективнішої моделі прийому в контексті існуючих традицій та політичних викликів. В Україні найвагомішими серед них постали об'єктивність і надійність результатів виконання абітурієнтами предметних тестів, які стали чи не єдиним критерієм зарахування до ВНЗ.

Відсутність практики зовнішнього незалежного оцінювання навчальних досягнень учнів та потреба в його запровадженні, зумовлюють необхідність пошуків ефективних оцінних моделей та оптимальних механізмів їх введення. Розроблення шляхів подолання цих проблем почато Міністерством освіти і науки України запровадженням нової оцінної моделі. За цією моделлю

проходить зміщення акценту від вимірювання обсягу набутих учнем знань на оцінювання рівня опанування вміннями і навичками, від концентрації на учнівських невдачах на оцінювання ступеня успіхів.

Важливим інструментом моніторингу якості освіти в контексті застосування зовнішнього оцінювання навчальних досягнень учнів є участь України у міжнародних порівняльних дослідженнях, які проводяться за сприяння Міжнародної асоціації з оцінювання навчальних досягнень (IEA) та Організації з економічного співробітництва та розвитку (OECD). Основною метою міжнародного тестування (що базується на репрезентативних вибірках учнів) є діагностика рівня учнівської навченості з метою порівняння та оцінювання якості освіти в країні [9].

Участь України в міжнародних порівняльних дослідженнях та отримані результати є інструментом для вироблення адекватних напрямів освітньої політики з метою підвищення конкурентоспроможності країни на світовому ринку.

Як приклад системного підходу до питань моніторингу якості освіти можна навести Управління освіти і науки міста Києва, яким створено міський центр моніторингу якості освіти і розробляються методологічні засади і концепція регіональних моніторингових досліджень.

Дані, отримані завдяки участі країни в міжнародних дослідженнях, дозволяють визначити рівень якості національної освіти. Українське суспільство вперше отримало великий обсяг об'єктивних статистичних даних стосовно навчальних досягнень бажаючих вступати до вищих навчальних закладів. Природно виникає спокуса зробити на їх основі висновки про стан освіти як в окремих ЗНЗ, так і в районах, населених пунктах, областях, регіонах. Та не слід абсолютизувати ці дані, оскільки вони відображають тільки один, хоча і дуже важливий, показник якості освіти – результативність проходження тестів випускниками. Метою цих тестів є рейтинг учасників тестування за рівнем їх навчальних досягнень для забезпечення якісного добору студентів ВНЗ, однак використання цих результатів для оцінювання діяльності

навчальних закладів і стану якості освіти у різних адміністративних одиницях є неправильним.

З іншого боку, ігнорувати інформацію було б теж недоречно, і тому потрібно неупереджено проаналізувати ці дані з комплексним урахуванням інших показників про діяльність ЗНО.

В українському суспільстві поступово утверджується позитивне ставлення до ЗНО, довіра до його результатів і переконання, що добір студентів на цих засадах стає прозорішим й об'єктивнішим. Результати соціологічного опитування показали, що більше половини учнів і студентів, а також працівників ЗНО довіряють результатам ЗНО. Дещо нижчий цей показник у викладачів ВНЗ, проте порівняно з 2007 роком є позитивна тенденція покращення ставлення до ЗНО з боку викладачів ВНЗ [4].

Вчителі ЗНО вважають ЗНО досконалішою системою вступу до ВНЗ, ніж вступні іспити. Цю думку поділяють студенти і учні. Проте лише третина працівників ВНЗ вважає ЗНО більш досконалою системою, ніж вступні іспити.

Статистичні показники зовнішнього незалежного оцінювання 2008–2009 років сигналізують про те, що в Українській системі освіти, а значить, і в суспільстві, є дуже серйозні проблеми, їх потрібно аналізувати, вивчати, шукати шляхи подолання.

Проведене в останні роки незалежне оцінювання якості освіти однозначно свідчить про важливість зовнішнього оцінювання навчальних досягнень учнів як для отримання об'єктивних даних про якість національної системи освіти, так і для сертифікації реального рівня розвитку кожного учня.

Аналіз досвіду вступної кампанії до українських ВНЗ засвідчує, що з введенням ЗНО відбулися позитивні зрушення в забезпеченні рівного доступу громадян до вищої освіти на засадах об'єктивності і справедливості. Багато фахівців розцінюють цю соціально важливу акцію як одну з плідних системних реформ української освіти за останні роки.

1.3 Висновки за 1 розділом

Впровадження ЗНО з математики для випускників шкіл, ліцеїв та коледжів, вимагає детальнішого аналізу результатів попередніх років для прогнозування результатів наступного ЗНО і, отже рівня підготовки абітурієнтів до нього.

2 ОГЛЯД ОСНОВНИХ СТАТИСТИЧНИХ ГІПОТЕЗ

2.1 Параметричні і непараметричні статистичні гіпотези. Статистичний критерій. Емпіричне значення критерію

Інформація, яку дістають на підставі вибірки, реалізованої із генеральної сукупності, може бути використана для формулювання певних суджень про всю генеральну сукупність. Такі рішення називають статистичними. Статистичні рішення мають імовірнісний характер, тобто завжди існує ймовірність того, що прийняті рішення будуть помилковими.

Головна цінність прийняття статистичних рішень полягає в тому, що в межах імовірнісних категорій можна об'єктивно виміряти ступінь ризику, що відповідає тому чи іншому рішення. Будь-які статистичні висновки, здобуті на підставі обробки вибірки, називають статистичними гіпотезами [12]. Статистичні гіпотези про значення параметрів ознак генеральної сукупності називають параметричними.

Наприклад, висувається статистична гіпотеза про числові значення генеральної середньої \bar{X}_G , генеральної дисперсії D_G , генерального середнього квадратичного відхилення σ_G та ін.

Статистичні гіпотези, що висуваються на підставі обробки вибірки про закон розподілу ознаки генеральної сукупності, називаються непараметричними. Так, наприклад, на підставі обробки вибірки може бути висунута гіпотеза, що ознака генеральної сукупності має нормальний закон розподілу, експоненціальний закон та ін.

Гіпотезу, що підлягає перевірці, називають основною. Оскільки ця гіпотеза припускає відсутність систематичних розбіжностей (нульові розбіжності) між невідомим параметром генеральної сукупності і величиною, що одержана внаслідок обробки вибірки, то її називають нульовою гіпотезою і позначають H_0 [12]. Зміст нульової гіпотези записується так:

$$H_0 : \bar{X}_T = \alpha ;$$

$$H_0 : \sigma_T = 2 ;$$

$$H_0 : r_{xy} = 0.95 .$$

Кожній нульовій гіпотезі можна протиставити кілька альтернативних (конкуруючих) гіпотез, які позначають символом H_α , що заперечують твердження нульової. Так, наприклад, нульова гіпотеза стверджує: $H_0 : \bar{X}_T = \alpha$, а альтернативна гіпотеза – $H_0 : \bar{X}_T > \alpha$, тобто заперечує твердження нульової.

Проста гіпотеза, як правило, належить до параметра ознак генеральної сукупності і є однозначною.

Наприклад, згідно з простою гіпотезою параметр генеральної сукупності дорівнює конкретному числу, а саме:

$$H_0 : \bar{X}_T = 4 ;$$

$$H_0 : \sigma_T = 4.$$

Складна статистична гіпотеза є неоднозначною. Вона може стверджувати, що значення параметра генеральної сукупності належить певній області ймовірних значень, яка може бути дискретною і неперервною. Наприклад:

$$H_0 : \bar{X}_T \in [2; 2,1; 2,2]$$

або

$$H_0 : \bar{X}_T \in [5,2 \div 6,5].$$

Нульова гіпотеза може стверджувати як про значення одного параметра генеральної сукупності, так і про значення кількох параметрів, а також про закон розподілу ознаки генеральної сукупності [12].

Для перевірки правильності висунутої статистичної гіпотези вибирають так званий статистичний критерій, керуючись яким відхиляють або не відхиляють нульову гіпотезу. Статистичний критерій, котрий умовно

позначають через K , є випадковою величиною, закон розподілу ймовірностей якої нам заздалегідь відомий. Так, наприклад, для перевірки правильності $H_0 : \bar{X}_T = \alpha$ як статистичний критерій K можна взяти випадкову величину, яку позначають через $K = Z$, що дорівнює

$$Z = \frac{\bar{X}_B - \alpha}{\sigma(\bar{X}_B)},$$

і яка має нормований нормальний закон розподілу ймовірностей. При великих обсягах вибірки ($n > 30$) закони розподілу статистичних критеріїв наближатимуться до нормального. Спостережуване значення критерію, який позначають через K^* , обчислюють за результатом вибірки.

2.2 Загальний алгоритм перевірки правильності нульової гіпотези

Для перевірки правильності H_0 задається так званий рівень значущості α . α – це мала ймовірність, яка наперед задаються. Найчастіше використовують її значення $\alpha = 0,005; 0,01; 0,001$.

В основу перевірки H_0 покладено принцип $P(K \in A) = \alpha$, тобто ймовірність того, що статистичний критерій потрапляє в критичну область \bar{A} , дорівнює малій імовірності α . Якщо ж виявиться, що $K \in \bar{A}$, а ця подія малоімовірна і все ж відбулася, то немає підстав приймати нульову гіпотезу.

Пропонується такий алгоритм перевірки правильності H_0 :

- а) сформулювати H_0 й одночасно альтернативну гіпотезу H_α ;
- б) вибрати статистичний критерій, який відповідав би сформульованій нульовій гіпотезі;
- в) залежно від змісту нульової та альтернативної гіпотез будуватиметься правобічна, лівобічна або двобічна критична область, а саме: нехай $H_0 : \bar{X}_T = \alpha$, тоді, якщо

- $H_\alpha : \bar{X}_\Gamma > \alpha$, то вибирається правобічна критична область, якщо
- $H_\alpha : \bar{X}_\Gamma < \alpha$, то вибирається лівобічна критична область і коли
- $H_\alpha : \bar{X}_\Gamma \neq \alpha$, то вибирається двобічна критична область.

г) для побудови критичної області (лівобічної, правобічної чи двобічної) необхідно знайти критичні точки. За вибраним статистичним критерієм та рівнем значущості α знаходяться критичні точки.

д) за результатами вибірки обчислюється спостережуване значення критерію $K_{\text{сп}}^*$.

е) відхиляють чи приймають нульову гіпотезу на підставі таких міркувань:

– у разі, коли $K^* \in \bar{A}$, а це є малоймовірною випадковою подією, $P(K^* \in \bar{A}) = \alpha$ і, незважаючи на це, вона відбулася, то в цьому разі H_0 відхиляється:

- для лівобічної критичної області

$$P(K_{\text{сп}}^* < K_{\text{кр}}) = \alpha ;$$

- для правобічної критичної області

$$P(K_{\text{сп}}^* > K_{\text{кр}}) = \alpha ;$$

- для двобічної критичної області

$$P(K_{\text{сп}}^* < K_{\text{кр}}') + P(K_{\text{сп}}^* > K_{\text{кр}}'') = \alpha$$

або

$$P(K_{\text{сп}}^* < K_{\text{кр}}') + P(K_{\text{сп}}^* > K_{\text{кр}}'') = \frac{\alpha}{2},$$

ураховуючи ту обставину, що критичні точки $K_{\text{кр}}'$ і $K_{\text{кр}}''$ симетрично розташовані відносно нуля.

2.3 Складність тесту (p-value)

Складність тестового завдання (P-value) – успішність учасників тестування у виконанні цього завдання. Визначається як відношення (у відсотках) кількості балів, набраних всіма учасниками за виконання даного завдання, до максимальної кількості балів, яку вони могли б отримати за його виконання, виражену у відсотках [2].

Інтервал значення і характеристика завдання:

- понад 80% дуже легке;
- 60–79% легке;
- 40–59% оптимальне;
- 20–39% складне;
- менше 20% дуже складне.

2.4 Висновки за 2 розділом

Мета кожного наукового дослідження – виявлення закономірностей явищ, які спостерігають, та використання цих закономірностей у повсякденній практичній діяльності. Для встановлення цих закономірностей проводять спеціальні досліді та спостерігають одиничні явища.

У тих випадках, коли явище знаходиться під дією багатьох факторів і неможливо виявити вплив усіх цих факторів, застосовують інший метод вивчення статистичний, тобто систематизацію та обробку статистичних даних однорідних дослідів.

Для перевірки правильності основної статистичної гіпотези H_0 необхідно:

- а) визначити гіпотезу H_1 альтернативну до гіпотези H_0 ;
- б) обрати статистичну характеристику перевірки;
- в) визначити допустиму ймовірність похибки першого роду, тобто рівень значущості α ;

г) знайти за відповідною таблицею критичну область (критичну точку) для обраної статистичної характеристики.

До критичної області належать такі значення статистичної характеристики, при яких гіпотеза H_0 відхиляється на користь альтернативної гіпотези H_1 .

Підкреслимо, що між рівнем значущості α та критичною областю існує такий зв'язок: якщо гіпотеза H_1 правильна, то з ймовірністю α значення вибіркової функції будуть належати критичній області.

3 КІЛЬКІСНИЙ ТА ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1 Прогнозування рівня складності ЗНО з математики на 2020 рік

Для прогнозування рівня підготовки абітурієнтів до ЗНО з математики було вирішено взяти результати ЗНО з математики [2] за такі роки: 2016, 2017, 2018, 2019. Такі роки було обрано через те, що роками раніше ЗНО мало іншу структуру, що не підходить для цього аналізу.

Щоб проводити аналіз, необхідно перевести результати до таблиць.

Результати за 2016 рік наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Психометричні характеристики завдань сертифікаційної роботи 2016 року

Завдання	Не виконали завдання	Складність (p-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
1	2	3	4	5
1	0,24	66,04	69,64	0,5
2	0,21	63,97	74,2	0,54
3	0,27	68,57	66,6	0,5
4	0,36	58,16	72,14	0,52
5	0,19	67,17	73,34	0,54
6	0,46	51,62	76,82	0,59
7	0,2	57,71	53,11	0,37
8	0,56	31,16	51,86	0,44
9	0,58	53,5	59,38	0,44
10	0,27	42,23	65,84	0,52
11	0,32	42,87	66,02	0,53
12	0,39	54,54	75,16	0,55
13	0,34	20,67	36,9	0,41
14	0,38	34,93	81,87	0,68
15	0,42	52,83	49,57	0,36
16	0,44	33,91	58,67	0,5
17	0,37	26,5	56,22	0,53
18	0,45	24,85	44,49	0,45
19	0,53	37,81	66,14	0,53

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
20	0,65	30,95	61,91	0,54
21		58,66	56,01	0,64
22		60,08	71,02	0,67
23		63,16	61,67	0,61
24		39,45	63,07	0,68
25,1		50,5	85,08	0,62
25,2		32,43	70,97	0,59
26,1		40,98	76,18	0,59
26,2		34,18	79,19	0,66
27		9,82	34,8	0,55
28		17,5	43,69	0,48
29		5,19	18,37	0,45
30		16,05	34,88	0,36
31		5,53	17,69	0,53
32		4,04	14,56	0,52
33		1,39	5,08	0,42

Результати за 2017 рік наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Психометричні характеристики завдань сертифікаційної роботи 2017 року

Завдання	Не виконали завдання	Складність (p-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
1	2	3	4	5
1	0,3	68,8	72,4	0,6
2	0,1	59,1	62,5	0,4
3	0,2	66,4	76,9	0,6
4	0,1	97,1	8,7	0,2
5	0,3	65	38,9	0,3
6	0,1	48,8	68,5	0,5
7	0,5	49,6	72,7	0,6
8	0,2	73,3	52,6	0,4
9	0,5	51,7	73,7	0,6
10	0,1	56,1	53,7	0,4
11	0,1	61,3	63,2	0,5
12	0,3	57,7	79,9	0,6

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5
13	0,4	51,8	76,3	0,6
14	0,3	47	75,7	0,6
15	0,6	25	47	0,5
16	0,5	61,3	63,1	0,5
17	0,3	45,2	73,7	0,6
18	0,3	32,8	67,5	0,6
19	0,7	24,3	22,7	0,2
20	0,3	42,8	65,5	0,5
21		50,9	63,6	0,6
22		63,7	64,7	0,6
23		60,4	68,5	0,7
24		52	61	0,7
25,1		57,5	76	0,5
25,2		29,7	53,9	0,5
26,1		35,4	85,3	0,7
26,2		26,6	66,5	0,6
27		30,1	80,7	0,7
28		16,8	45,8	0,5
29		14,2	44,8	0,6
30		5,5	20	0,4
31		22,4	68,3	0,8
32		9,8	31,9	0,7
33		2,8	9,9	0,5

Результати за 2018 рік наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Психометричні характеристики завдань сертифікаційної роботи 2018 року

Завдання	Не виконали завдання	Складність (p-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
1	2	3	4	5
1	0,3	52,9	91	0,7
2	0,2	86,4	38,7	0,4
3	0,6	78,3	42,5	0,4
4	0,4	31,1	46,1	0,4

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5
5	0,4	47,9	86,3	0,7
6	0,3	54,6	81	0,6
7	0,4	55,3	75,1	0,6
8	0,5	38,9	73,5	0,6
9	0,3	69,9	63,6	0,5
10	0,3	46,3	85	0,7
11	0,5	53,3	43,2	0,3
12	0,3	78,8	43,6	0,3
13	0,7	36,5	78,1	0,6
14	0,7	62,2	65,6	0,5
15	1,1	40,3	62,5	0,5
16	0,5	39,7	82,2	0,7
17	0,4	35,8	75,1	0,6
18	0,9	56,8	53,2	0,4
19	0,5	47	70,5	0,6
20	1,5	38,4	32,8	0,3
21		49,7	69,1	0,7
22		64,7	69,3	0,7
23		54,5	79,6	0,8
24		55,5	73,6	0,7
25,1		52,1	83,7	0,6
25,2		28,2	62,6	0,5
26,1		22,9	66,1	0,7
26,2		14,9	49,3	0,6
27		17,7	58,9	0,7
28		23,8	56,6	0,5
29		12,2	39,7	0,5
30		11	39,3	0,6
31		23,7	69,6	0,8
32		7,4	25,1	0,6
33		3,1	11,1	0,5

Результати за 2019 рік наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Психометричні характеристики завдань сертифікаційної роботи 2019 року

Завдання	Не виконали завдання	Складність (p-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
1	2	3	4	5
1	0,4	65,3	66,4	0,5
2	0,3	76,4	47,2	0,4
3	0,4	60	83,5	0,6
4	0,6	50,6	76,7	0,6
5	0,3	94,6	14	0,2
6	0,4	44,9	84	0,6
7	0,4	67,3	52,2	0,4
8	0,5	57,9	77,9	0,6
9	0,5	56,2	67,7	0,5
10	0,7	47,5	72,1	0,6
11	0,3	79,6	44,2	0,4
12	0,4	59	74,8	0,6
13	0,3	53,1	62,5	0,5
14	0,9	35,2	58,2	0,5
15	0,5	35,6	52,4	0,4
16	0,7	57,6	86,2	0,6
17	1	28,5	34	0,3
18	0,4	44,1	69	0,5
19	0,8	26,8	38,6	0,4
20	1,4	35,5	55,4	0,5
21		49,2	67,3	0,7
22		62,9	72	0,7
23		46,3	68,9	0,7
24		64,7	48,4	0,5
25,1		37,4	64,6	0,5
25,2		27,3	64,2	0,6
26,1		25,5	69,3	0,7
26,2		5	17,4	0,4
27		16,4	52,1	0,6
28		20,9	62,3	0,6
29		13,9	41,5	0,5
30		5	17,6	0,4

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5
31		18,8	56,3	0,8
32		6,4	21,9	0,6
33		3,6	12,3	0,6

Надалі всі результати записуються по рокам зліва 2016 рік і направо до 2019 року за зростанням.

Для подальшого аналізу було використано результати стовпчику складності (p-value) (див. табл 3.5).

Таблиця 3.5 – Складність (p-value) сертифікаційних робіт за 2016–2019 рік

Завдання	Складність (p-value)	Складність (p-value)	Складність (p-value)	Складність (p-value)
1	2	3	4	5
1	66,04	68,8	52,9	65,3
2	63,97	59,1	86,4	76,4
3	68,57	66,4	78,3	60
4	58,16	97,1	31,1	50,6
5	67,17	65	47,9	94,6
6	51,62	48,8	54,6	44,9
7	57,71	49,6	55,3	67,3
8	31,16	73,3	38,9	57,9
9	53,5	51,7	69,9	56,2
10	42,23	56,1	46,3	47,5
11	42,87	61,3	53,3	79,6
12	54,54	57,7	78,8	59
13	20,67	51,8	36,5	53,1
14	34,93	47	62,2	35,2
15	52,83	25	40,3	35,6
16	33,91	61,3	39,7	57,6
17	26,5	45,2	35,8	28,5
18	24,85	32,8	56,8	44,1
19	37,81	24,3	47	26,8
20	30,95	42,8	38,4	35,5
21	58,66	50,9	49,7	49,2
22	60,08	63,7	64,7	62,9

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5
23	63,16	60,4	54,5	46,3
24	39,45	52	55,5	64,7
25,1	50,5	57,5	52,1	37,4
25,2	32,43	29,7	28,2	27,3
26,1	40,98	35,4	22,9	25,5
26,2	34,18	26,6	14,9	5
27	9,82	30,1	17,7	16,4
28	17,5	16,8	23,8	20,9
29	5,19	14,2	12,2	13,9
30	16,05	5,5	11	5
31	5,53	22,4	23,7	18,8
32	4,04	9,8	7,4	6,4
33	1,39	2,8	3,1	3,6

Надалі всі питання ЗНО за 2016–2019 роки було розподілено за темами за зразком (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Кількісний розподіл завдань сертифікаційної роботи за формами

Розділи програми	Змістові лінії	Форма завдання				Усього
		з вибором однієї правильної відповіді	на встановлення відповідності	відкрита форма з короткою відповіддю	відкрита форма з розгорнутою відповіддю	
Алгебра і початки аналізу	Числа і вирази	5	1	1	–	7
	Рівняння і нерівності	4	–	1	1	6
	Функції	4	1	1	1	7
	Елементи комбінаторики, початки теорії ймовірностей та елементи статистики	1	–	1	–	2
Геометрія	Планеметрія	3	1	2	–	6
	Стереометрія	3	1	–	1	5
Разом		20	4	6	3	33

Таблиця 3.7 – Кількісний розподіл завдань сертифікаційної роботи 2016 року за формами

Розділи програми	Змістові лінії	Форма завдання			
		з вибором однієї правильної відповіді	на встановлення відповідності	відкрита форма з короткою відповіддю	відкрита форма з розгорнутою відповіддю
Алгебра і початки аналізу	Числа і вирази	1,9,11,14,17	22	25	–
	Рівняння і нерівності	4,6,18,20	–	28	33
	Функції	3,12,15,19	21	27	31
	Елементи комбінаторики, початки теорії ймовірностей та елементи статистики	7	–	30	–
Геометрія	Планеметрія	2,8,13	23	26,29	–

Таблиця 3.8 – Кількісний розподіл завдань сертифікаційної роботи 2017 року за формами

Розділи програми	Змістові лінії	Форма завдання			
		з вибором однієї праильної відповіді	на встановлення відповідності	відкрита форма з короткою відповіддю	відкрита форма з розгорнутою відповіддю
Алгебра і початки аналізу	Числа і вирази	1,7,12,14,18	32	25	–
	Рівняння і нерівності	3,9,15,17	–	28	33
	Елементи комбінаторики, початки теорії ймовірностей та елементи статистики	4	–	29	–
Геометрія	Планеметрія	2,8,19	23	26,30	–
	Стереометрія	5,10,16	24	–	32

Таблиця 3.9 – Кількісний розподіл завдань сертифікаційної роботи 2018 року за формами

Розділи програми	Змістові лінії	Форма завдання			
		з вибором однієї праильної відповіді	на встановлення відповідності	відкрита форма з короткою відповіддю	відкрита форма з розгорнутою відповіддю
Алгебра і початки аналізу	Числа і вирази	1,3,10,13,16	22	27	–
	Рівняння і нерівності	5,7,14,18	–	28	33
	Функції	4,8,17,19	21	25	31
	Елементи комбінаторики, початки теорії ймовірностей та елементи статистики	12	–	29	–
Геометрія	Планеметрія	2,11,20	24	26,30	–
	Стереометрія	6,9,15	23	–	32

Таблиця 3.10 – Кількісний розподіл завдань сертифікаційної роботи 2019 року за формами

Розділи програми	Змістові лінії	Форма завдання			
		з вибором однієї праильної відповіді	на встановлення відповідності	відкрита форма з короткою відповіддю	відкрита форма з розгорнутою відповіддю
Алгебра і початки аналізу	Числа і вирази	1,4,10,12,14	22	27	–
	Рівняння і нерівності	3,8,16,20	–	28	33
	Функції	7,9,15,18	21	25	31
	Елементи комбінаторики, початки теорії ймовірностей та елементи статистики	11	–	29	–
Геометрія	Планеметрія	2,13,19	23	26,30	–
	Стереометрія	5,6,17	24	–	32

Випишемо складність (p-value) для кожної теми за 2016–2019 роки (табл. 3.11 – 3.16).

Таблиця 3.11 – Складність (p-value) для теми Числа і вирази

	2016	2017	2018	2019
Числа і вирази	66,04	68,8	52,9	65,3
	53,5	49,6	78,3	50,6
	42,87	57,7	46,3	47,5
	34,93	47	36,5	59
	26,5	32,8	39,7	35,2
	60,08	63,7	64,7	62,9
	50,5	57,5	17,7	16,4
	32,43	57,5		
		29,7		

Таблиця 3.12 – Складність (p-value) для теми Рівняння і нерівності

	2016	2017	2018	2019
Рівняння і нерівності	58,16	66,4	47,9	60
	51,62	51,7	55,3	57,9
	24,85	25	62,2	57,6
	30,95	45,2	56,8	35,5
	17,5	16,8	23,8	20,9
	1,39	2,8	3,1	3,6

Таблиця 3.13 – Складність (p-value) для теми Функції

	2016	2017	2018	2019
Функції	68,57	48,8	31,1	67,3
	54,54	61,3	38,9	56,2
	52,83	51,8	35,8	35,6
	37,81	50,9	47	44,1

Продовження таблиці 3.13

Функції	58,66	30,1	49,7	49,2
	9,82	22,4	52,1	37,4
	5,53		28,2	27,3
			23,7	18,8

Таблиця 3.14 – Складність (p-value) для теми Елементи комбінаторики, початки теорії ймовірностей та елементи статистики

Елементи комбінаторики, початки теорії ймовірностей та елементи статистики	2016	2017	2018	2019
	57,71	97,1	78,8	79,6
	16,05	14,2	12,2	13,9

Таблиця 3.15 – Складність (p-value) для теми Планетрія

	2016	2017	2018	2019
Планетрія	63,97	59,1	86,4	76,4
	31,16	73,3	53,3	53,1
	20,67	24,3	38,4	26,8
	63,16	60,4	55,5	46,3
	40,98	35,4	22,9	25,5
	34,18	26,6	14,9	5
	5,19	5,5	11	5

Таблиця 3.16 – Складність (p-value) для теми Стереометрія

	2016	2017	2018	2019
Стереометрія	67,17	65	54,6	94,6
	42,23	56,1	69,9	44,9
	33,91	61,3	40,3	28,5
	39,45	52	54,5	64,7
	4,04	9,8	7,4	6,4

Знайдемо за допомогою функції СРЗНАЧ середнє значення вибірки за кожен рік окремо, та для кожного року окремо (роки йдуть за зростанням 2016–2019 відповідно, табл. 3.17–3.22). За зразком (рис. 3.1) побудуємо точкові діаграми та лінії тренда за 2016-2019 роки, обираючи при цьому ще й прогноз на рік вперед (рис. 3.2–3.7).

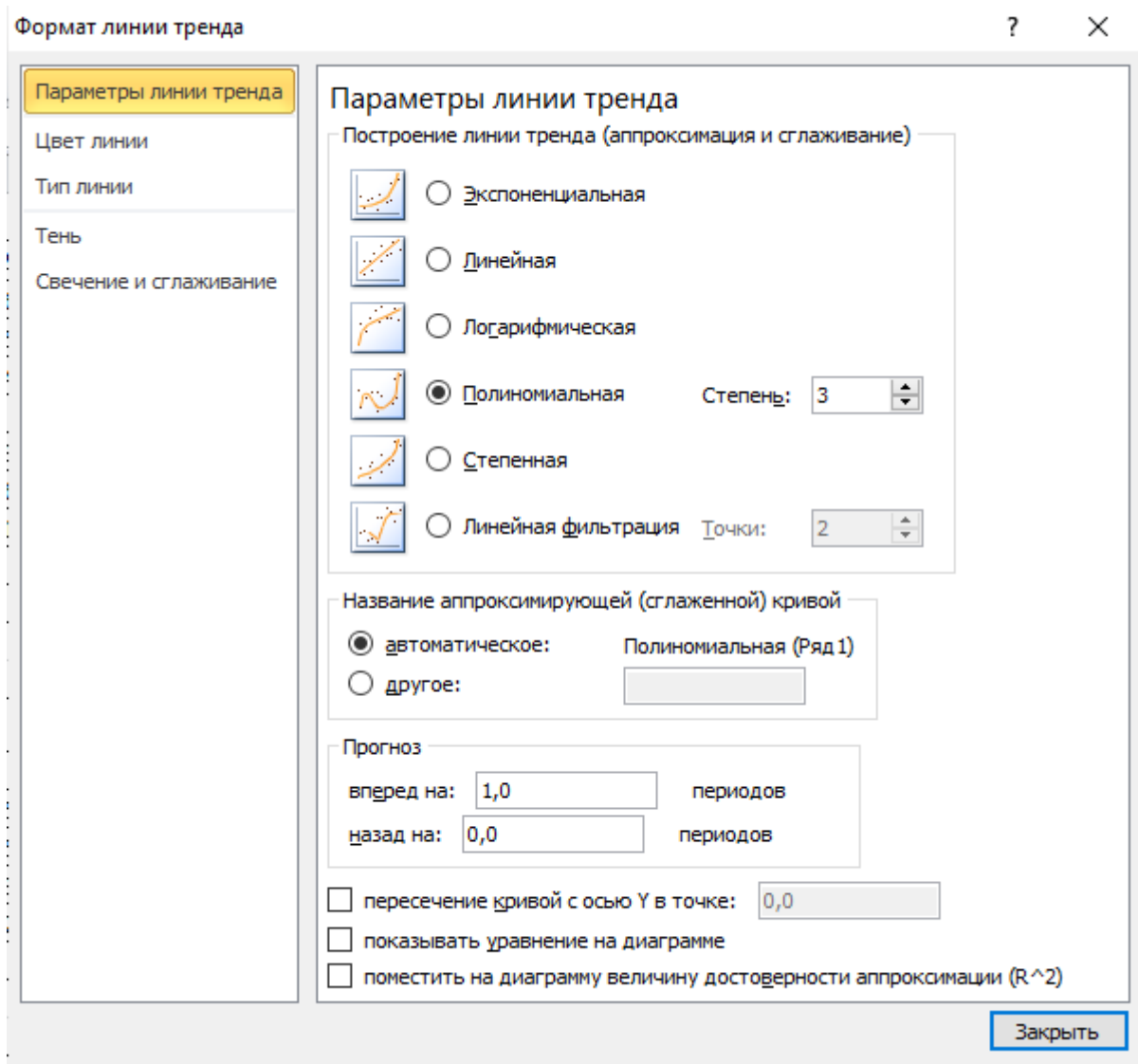
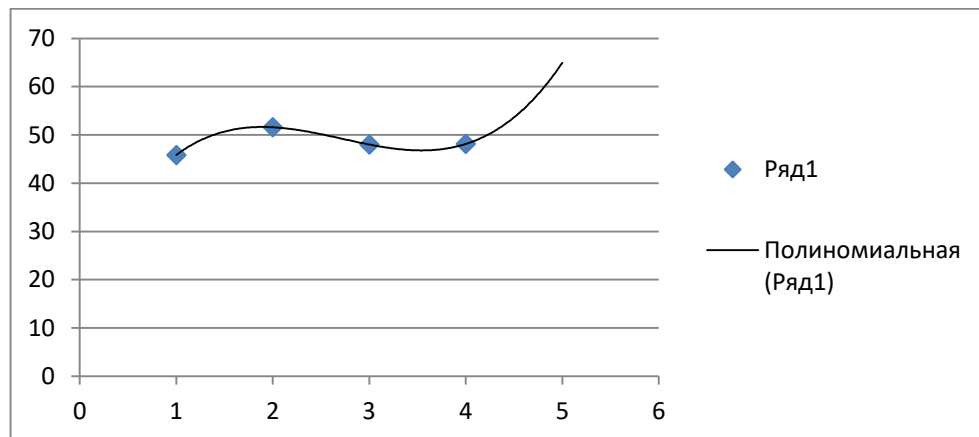


Рисунок 3.1 – Побудова лінії тренда

Таблиця 3.17 – Складність (p-value) та середнє значення для теми Числа і вирази

	Числа і вирази			
	2016	2017	2018	2019
	66,04	68,8	52,9	65,3
	53,5	49,6	78,3	50,6
	42,87	57,7	46,3	47,5
	34,93	47	36,5	59
	26,5	32,8	39,7	35,2
	60,08	63,7	64,7	62,9
	50,5	57,5	17,7	16,4
	32,43	57,5		
		29,7		
СРЗНАЧ	45,85625	51,58888889	48,01428571	48,12857143



Рисунки 1.2 – Точкова діаграма з лінією тренда та прогнозуванням середньої складності завдань з теми Числа і вирази

Таблиця 3.18 – Складність (p-value) та середнє значення для теми Рівняння і нерівності

	Рівняння і нерівності			
	2016	2017	2018	2019
	58,16	66,4	47,9	60
	51,62	51,7	55,3	57,9

Продовження таблиці 3.18

	24,85	25	62,2	57,6
	30,95	45,2	56,8	35,5
	17,5	16,8	23,8	20,9
	1,39	2,8	3,1	3,6
СРЗНАЧ	30,745	34,65	41,51666667	39,25

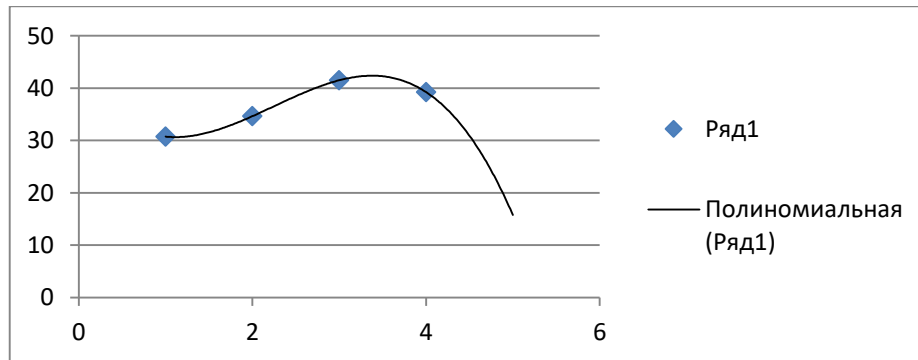


Рисунок 1.3 – Точкова діаграма з лінією тренда та прогнозуванням середньої складності завдань з теми Рівняння і нерівності

Таблиця 3.19 – Складність (p-value) та середнє значення для теми Функції

	Функції			
	2016	2017	2018	2019
	68,57	48,8	31,1	67,3
	54,54	61,3	38,9	56,2
	52,83	51,8	35,8	35,6
	37,81	50,9	47	44,1
	58,66	30,1	49,7	49,2
	9,82	22,4	52,1	37,4
	5,53		28,2	27,3
			23,7	18,8
СРЗНАЧ	41,10857143	44,21666667	38,3125	41,9875

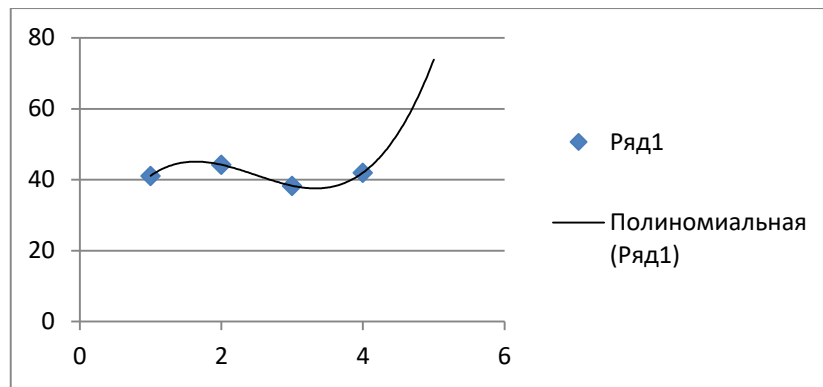


Рисунок 1.4 – Точкова діаграма з лінією тренда та прогнозуванням середньої складності завдань з теми Функції

Таблиця 3.20 – Складність (p-value) та середнє значення для теми Елементи комбінаторики, початки теорії ймовірностей та елементи статистики

	Елементи комбінаторики			
	2016	2017	2018	2019
	57,71	97,1	78,8	79,6
	16,05	14,2	12,2	13,9
СРЗНАЧ	36,88	55,65	45,5	46,75

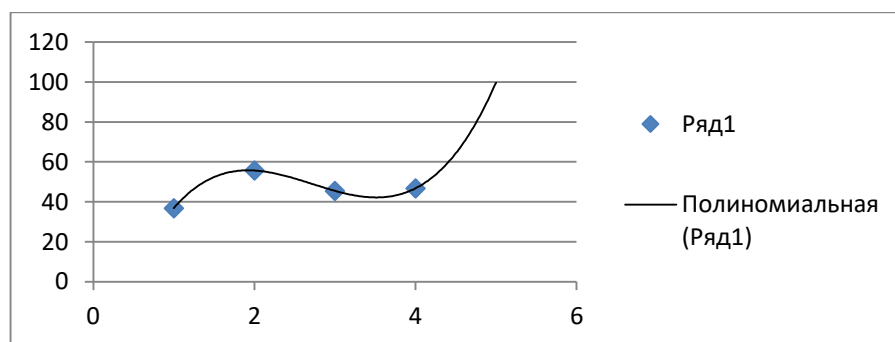


Рисунок 1.5 – Точкова діаграма з лінією тренда та прогнозуванням середньої складності завдань з теми Елементи комбінаторики, початки теорії ймовірностей та елементи статистики

Таблиця 3.21 – Складність (p-value) та середнє значення для теми Планеметрія

	Планеметрія			
	2016	2017	2018	2019
	63,97	59,1	86,4	76,4
	31,16	73,3	53,3	53,1
	20,67	24,3	38,4	26,8
	63,16	60,4	55,5	46,3
	40,98	35,4	22,9	25,5
	34,18	26,6	14,9	5
	5,19	5,5	11	5
СРЗНАЧ	37,04428571	40,65714286	40,34285714	34,01428571

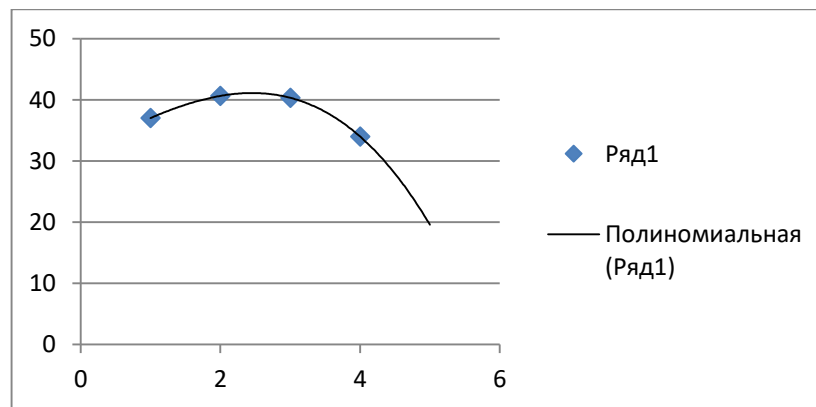


Рисунок 1.6 – Точкова діаграма з лінією тренда та прогнозуванням середньої складності завдань з теми Планеметрія

Таблиця 3.22 – Складність (p-value) та середнє значення для теми Стереометрія

	Стереометрія			
	2016	2017	2018	2019
	67,17	65	54,6	94,6
	42,23	56,1	69,9	44,9
	33,91	61,3	40,3	28,5
	39,45	52	54,5	64,7
	4,04	9,8	7,4	6,4
СРЗНАЧ	37,36	48,84	45,34	47,82

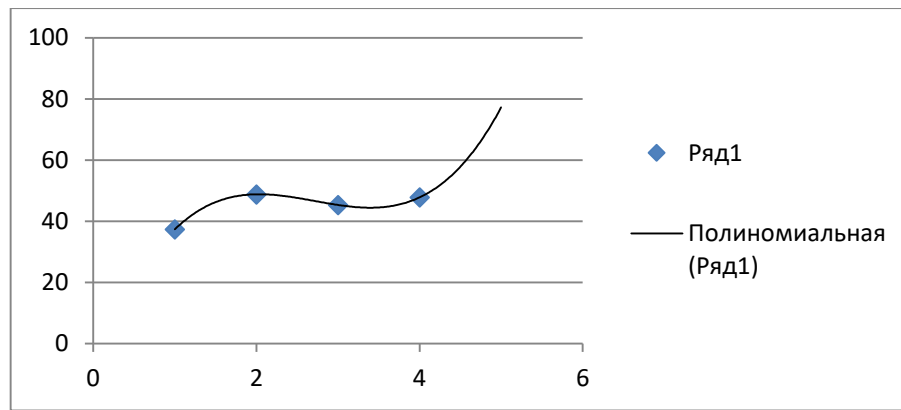


Рисунок 1.7 – Точкова діаграма з лінією тренда та прогнозуванням середньої складності завдань з теми Стереометрія

3.2 Статистичний аналіз та перевірка статистичних гіпотез

Проведення статистичного аналізу та перевірка статистичних гіпотез буде виконуватись для кожної теми окремо.

Алгоритм проведення статистичного аналізу:

Крок 1 Підраховуємо суму частот за допомогою функції СУММ n .

Крок 2 Знаходимо \bar{x} –вбіркоче за допомогою функції СУММПРОИЗВ усіх складностей та частот, і ділимо її на n .

Крок 3 Знаходимо різницю між складністю кожного завдання та \bar{x} –вбіркочим.

Крок 4 Обчислюємо значення вибіркової дисперсії за допомогою функції СУММПРОИЗВ значень 3 кроку, значень 3 кроку та частот, поділених на значення кроку 1.

Крок 5 Обчислюємо значення виправленої вибіркової дисперсії, як добуток 1 кроку на 4 крок, поділених на різницю результату 1 кроку та 1.

Крок 6 Знаходимо квадратне відхилення, тобто корінь з дисперсії, за допомогою функції КОРЕНЬ з результату кроку 4.

Крок 7 Знаходимо виправлене квадратне відхилення, тобто корінь з виправленої дисперсії, за допомогою функції КОРЕНЬ з результату кроку 5.

Крок 8 Оберемо надійність 0,95 та різницю 1 та нашої надійності, тобто 0,05.

Крок 9 Розрахунок t -критерію Ст'юдента за допомогою функції СТЬЮДЕНТ.ОБР.2Х, аргументами якої є 0,05 і різницю кроку 1 та 1.

Крок 10 Обчислюємо значення дельта, як добуток результату крока 9 та кроку , поділений на корінь з результату крока 1.

Крок 11 Знаходимо необхідний інтервал, лівий кінець, як різницю результату кроку 2 та кроку 10, а правий кінець, як суму результату кроку 2 та кроку 10.

Для всіх інших тем, алгоритм залишається тим самим.

Таблиця 3.23 – Статистичний аналіз ЗНО з математики за 2016–2019 роки з теми Числа і вирази

Числа і вирази	66,04	1		29,7	1
	53,5	1		52,9	1
	42,87	1		78,3	1
	34,93	1		46,3	1
	26,5	1		36,5	1
	60,08	1		39,7	1
	50,5	1		64,7	1
	32,43	1		17,7	1
	68,8	1		65,3	1
	49,6	1		50,6	1
	57,7	1		47,5	1
	47	1		59	1
	32,8	1		35,2	1
	63,7	1		62,9	1
	57,5	2		16,4	1

Продовження таблиці 3.23

n	31
x _v	48,52097
D _v	виправ
228,3646	235,9767
sig	виправ
15,11174	15,36153
надійн	
0,95	0,05
t _{гама}	2,042272
delta	5,634656
інтервал	
42,88631	54,15562

Таблиця 3.24 – Статистичний аналіз ЗНО з математики за 2016–2019 роки з теми Рівняння та нерівності

Рівняння та нерівності	58,16	1		47,9	1
	51,62	1		55,3	1
	24,85	1		62,2	1
	30,95	1		56,8	1
	17,5	1		23,8	1
	1,39	1		3,1	1
	66,4	1		60	1
	51,7	1		57,9	1
	25	1		57,6	1
	45,2	1		35,5	1
	16,8	1		20,9	1
	2,8	1		3,6	1

Продовження таблиці 3.24

n	24
x_v	36,54042
Dv	виправ
455,4066	475,2069
sig	виправ
21,34026	21,79924
надійн	
0,95	0,05
t_гама	2,068658
delta	9,205012
інтервал	
27,3354	45,74543

Таблиця 3.25 – Статистичний аналіз ЗНО з математики за 2016–2019 роки з теми Функції

Функції	68,57	1		35,8	1
	54,54	1		47	1
	52,83	1		49,7	1
	37,81	1		52,1	1
	58,66	1		28,2	1
	9,82	1		23,7	1
	5,53	1		67,3	1
	48,8	1		56,2	1
	61,3	1		35,6	1
	51,8	1		44,1	1
	50,9	1		49,2	1
	30,1	1		37,4	1
	22,4	1		27,3	1
	31,1	1		18,8	1
	38,9	1			

Продовження таблиці 3.25

n	29
x_в	35,12621
Dв	виправ
290,1466	300,509
sig	виправ
17,03369	17,3352
надійн	
0,95	0,05
t_гама	2,048407
delta	6,593956
інтервал	
28,53225	41,72016

Таблиця 3.26 – Статистичний аналіз ЗНО з математики за 2016–2019 роки з теми Елементи комбінаторики

Елементи комбінаторики	57,71	1	57,71
	16,05	1	16,05
	97,1	1	97,10
	14,2	1	14,20
	78,8	1	78,80
	12,2	1	12,20
	79,6	1	79,60
	13,9	1	13,90

n	8
x_в	46,195
Dв	виправ
1129,24	1290,56
sig	виправ
33,60417	35,92437
надійн	
0,95	0,05
t_гама	2,364624
delta	30,03352
інтервал	
16,16148	76,22852

Таблиця 3.27 – Статистичний аналіз ЗНО з математики за 2016–2019 роки
з теми Планеметрія

Планеметрія	63,97	1		86,4	1
	31,16	1		53,3	1
	20,67	1		38,4	1
	63,16	1		55,5	1
	40,98	1		22,9	1
	34,18	1		14,9	1
	5,19	1		11	1
	59,1	1		76,4	1
	73,3	1		53,1	1
	24,3	1		26,8	1
	60,4	1		46,3	1
	35,4	1		25,5	1
	26,6	1		5	2
	5,5	1			
n	28				
x_в	35,09321				
Dв	виправ				
541,8595	561,9284				
sig	виправ				
23,27788	23,70503				
надійн					
0,95	0,05				
t_гама	2,051831				
delta	9,191851				
інтервал					
25,90136	44,28506				

Таблиця 3.28 – Статистичний аналіз ЗНО з математики за 2016–2019 роки з теми Стереометрія

Стереометрія	67,17	1		54,6	1
	42,23	1		69,9	1
	33,91	1		40,3	1
	39,45	1		54,5	1
	4,04	1		7,4	1
	65	1		94,6	1
	56,1	1		44,9	1
	61,3	1		28,5	1
	52	1		64,7	1
	9,8	1		6,4	1
n	20				
x_в	44,84				
Dв	виправ				
562,7931	592,4138				
sig	виправ				
23,72326	24,33955				
надійн					
0,95	0,05				
t_гама	2,093024				
delta	11,39126				
інтервал					
33,44874	56,23126				

Перевіримо статистичні гіпотези, як описано у пункті 2.2 для кожної з наших тем за 2016–2019 роки (табл. 3.29–3.34).

Таблиця 3.29 – Перевірка статистичних гіпотез ЗНО з математики з теми

Числа і вирази

Числа і вирази			
1 ($a < a_0$) при від дисп		H_0	
n	31		
a_0	50	крит_емп	-0,62
sig	13,38		
x_B	48,52	z_крит	1,96
надійн	0,05		
2 ($a > a_0$) при від дисп		H_0	
n	31		
a_0	50	крит_емп	-0,62
S	13,38		
x_B	48,52	z_крит	1,64
надійн	0,05		

Таблиця 3.30 – Перевірка статистичних гіпотез ЗНО з математики з теми

Рівняння та нерівності

Рівняння та нерівності			
1 ($a < a_0$) при від дисп		H_0	
N	24		
a_0	40	крит_емп	-0,79
Sig	21,34		
x_B	36,54	z_крит	1,96
надійн	0,05		
2 ($a > a_0$) при від дисп		H_0	
N	24		
a_0	40	крит_емп	-0,79
S	21,34		
x_B	36,54	z_крит	1,64
надійн	0,05		

Таблиця 3.31 – Перевірка статистичних гіпотез ЗНО з математики за 2016–2019 роки з теми Функції

Функції			
1 (a < a_0) при від дисп		H_0	
N	29		
a_0	40	крит_емп	-1,60
Sig	16,4		
x_B	35,13	z_крит	1,96
надійн	0,05		
2 (a > a_0) при від дисп		H_0	
N	29		
a_0	40	крит_емп	-1,60
S	16,4		
x_B	35,13	z_крит	1,64
надійн	0,05		

Таблиця 3.32 – Перевірка статистичних гіпотез ЗНО з математики за 2016–2019 роки з теми Елементи комбінаторики

Елементи комбінаторики			
1 (a < a_0) при від дисп		H_0	
n	8		
a_0	50	крит_емп	-0,32
sig	33,6		
x_B	46,20	z_крит	1,96
надійн	0,05		
2 (a > a_0) при від дисп		H_0	
n	8		
a_0	50	крит_емп	-0,32
S	33,6		
x_B	46,20	z_крит	1,64
надійн	0,05		

Таблиця 3.33 – Перевірка статистичних гіпотез ЗНО з математики з теми

Планеметрія

Планеметрія			
1 ($a < a_0$) при від дисп		H ₀	
n	28		
a ₀	40	крит_емп	-1,20
sig	21,67		
x _B	35,09	z_крит	1,96
надійн	0,05		
2 ($a > a_0$) при від дисп		H ₀	
n	28		
a ₀	40	крит_емп	-1,20
S	21,67		
x _B	35,09	z_крит	1,64
надійн	0,05		

Таблиця 3.34 – Перевірка статистичних гіпотез ЗНО з математики з теми

Стереометрія

Стереометрія			
1 ($a < a_0$) при від дисп		H ₀	
N	20		
a ₀	50	крит_емп	-0,97
Sig	23,72		
x _B	44,84	z_крит	1,96
надійн	0,05		
2 ($a > a_0$) при від дисп		H ₀	
N	20		
a ₀	50	крит_емп	-0,97
S	23,72		
x _B	44,84	z_крит	1,64
надійн	0,05		

3.3 Висновки за 3 розділом

Прогнозування результатів орієнтується на означення складності p -value.

Завдяки такому прогнозуванню можна побачити на які теми треба більш звернути увагу, при підготовці до ЗНО з математики.

Аналіз складається із завдань, що були використані в попередні роки зовнішнього незалежного оцінювання з математики. Завдання перевіряють знання з різних тем.

Складність завдань змістової лінії «Числа і вирази» (тема 1) коливається від 16,4% до 78,3%. Загалом учні впорались із завданнями. Однак маємо звернути увагу, що частина учасників не змогла застосувати формули скороченого множення, алгебраїчні перетворення, дії над дробами. Наприклад: завдання, що передбачає знання властивості степеня – легке, проте четверта частина учасників дослідження дали неправильну відповідь. Це свідчить про те, що ці учні не володіють необхідними знаннями і навичками дій зі степенями.

Очікувано складними виявились завдання, що містять логарифмічні вирази.

Складність завдань змістової лінії «Рівняння і нерівності» (тема 2) – оптимальна і коливається в межах від 1,39% до 66,4%. В тесті використані завдання різних форм, і традиційно завдання з вибором однієї правильної відповіді мають кращий результат виконання.

Поняття функції (тема 3) є одним з найважливіших понять математики. Завдання теми виявили проблеми у визначенні множини всіх дійсних значень аргументу, при яких формула функції має зміст. Складність завдань коливається в межах від 5,53% до 68,57%.

Завдання із елементами комбінаторики (тема 4), зі складністю від 12,2% до 97,1%, вдалось розв'язати лише половині учнів.

Для учасників тестування запропоновані завдання планіметрії (тема 5) з вибором однієї правильної відповіді виявились середніми за складністю від 5% до 86,4%. Завдання на визначення площі правильно виконали багато учнів. Вірно обчислили відстань між центрами кіл, що мають внутрішній дотик,

більшість школярів. Однак основні властивості паралелограма засвоїли лише дві третини учасників дослідження.

Завдання, що потребувало вміння застосовувати основні властивості трикутника, описаного кола виявило відсутність базових знань та умінь, які учні повинні були засвоїти на уроках геометрії. Завдання успішно розв'язано лише третиною учнів.

Завдання зі Стереометрії (тема 6) правильно виконали більшість тестованих. Завдання передбачало вміння розпізнавати основні геометричні тіла, їхні елементи.

Узагальнемо наведені дані в таблицю 3.35.

Таблиця 3.35 – Упорядкована складність тестових завдань ЗНО з математики за 2016–2019 роки, де цифри 1–6 позначають теми відповідно до вказаних вище

1	2	3	4	5	6
16,4	1,39	5,53	12,2	5	4,04
17,7	2,8	9,82	13,9	5	6,4
26,5	3,1	18,8	14,2	5,19	7,4
29,7	3,6	22,4	16,05	5,5	9,8
32,43	16,8	23,7	57,71	11	28,5
32,8	17,5	27,3	78,8	14,9	33,91
34,93	20,9	28,2	79,6	20,67	39,45
35,2	23,8	30,1	97,1	22,9	40,3
36,5	24,85	31,1		24,3	42,23
39,7	25	35,6		25,5	44,9
42,87	30,95	35,8		26,6	52
46,3	35,5	37,4		26,8	54,5
47	45,2	37,81		31,16	54,6
47,5	47,9	38,9		34,18	56,1
49,6	51,62	44,1		35,4	61,3
50,5	51,7	47		38,4	64,7
50,6	55,3	48,8		40,98	65
52,9	56,8	49,2		46,3	67,17

Продовження таблиці 3.35

53,5	57,6	49,7		53,1	69,9
57,5	57,9	50,9		53,3	94,6
57,5	58,16	51,8		55,5	
57,7	60	52,1		59,1	
59	62,2	52,83		60,4	
60,08	66,4	54,54		63,16	
62,9		56,2		63,97	
63,7		58,66		73,3	
64,7		61,3		76,4	
65,3		67,3		86,4	
66,04		68,57			
68,8					
78,3					

Згідно статистичного аналізу (табл. 3.23–3.28) прогнозована складність завдань ЗНО з тем на 2020 рік буде належати проміжкам:

Тема 1 Числа і вирази – (42,88631; 54,15562);

Тема 2 Рівняння і нерівності – (27,3354; 45,74543);

Тема 3 Функції – (28,53225; 41,72016);

Тема 4 Елементи комбінаторики – (16,16148; 76,22852);

Тема 5 Планетрія – (25,90136; 44,28506);

Тема 6 Стереометрія – (33,44874; 56,23126).

Враховуючи наведене в розділі можна зробити такі висновки:

– з тем Числа і вирази, Функції, Елементи комбінаторики, початки теорії ймовірностей та елементи статистики і Стереометрії у 2020 році очікуються більш легкі завдання, ніж за 2016–2019 роки.

– з тем Рівняння і нерівності та Планетрія у 2020 році очікуються більш складні завдання, ніж у 2016–2019 роки.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі представлено найпростіші та необхідні процедури статистичної обробки результатів зовнішнього незалежного оцінювання знань і методи оцінки якості тесту. Обґрунтовано застосування різних теорій для дослідження якості тестування. На основі викладеного матеріалу наведено:

- точкові діаграми з лінією тренда та прогнозуванням середньої складності завдань;
- статистичний аналіз ЗНО з математики за 2016–2019 роки та перевірка відповідних статистичних гіпотез;
- прогноз складності завдань ЗНО з математики на 2020 рік за темами та їх довірчі інтервали;
- приклад аналізу результатів зовнішнього незалежного оцінювання з математики шляхом порівняльної характеристики;
- рекомендації, щодо підготовки до ЗНО з математики на 2020 рік.

Результати роботи можуть бути використанні вчителями загальноосвітніх шкіл та викладачами закладів вищої освіти, а також розробниками тестів з математики для підготовки до зовнішнього незалежного оцінювання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кашина Г. С., Сергієнко В. П. Зовнішнє незалежне оцінювання в освіті України. Курс лекцій : навч. посіб. Луцьк, 2010. 115 с.
2. Статистика ЗНО з математики. Testportal. URL: <http://testportal.gov.ua/zvity-dani/> (дата звернення: 21.07.2019)
3. Бабанський Ю. К., Сластенін В. А. Педагогіка / за ред. Ю. К. Бабанського. Москва : Просвещение, 1988. 479 с.
4. Вища школа Української РСР за 50 років: у 2 ч. Київ : Видавництво Київ. ун-ту, 1967. Ч. 1. С. 395.
5. Вуколов В. Н. Пути оптимизации обучения на подготовительном отделении педагогического вуза : Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / АГУ. Алма-Ата, 1981. 24 с.
6. Муранова Н. П. Теоретичні і методичні засади фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті : дис. ... док. пед. наук : 10.00.09 / Тернопільський державний університет. Тернопіль, 2014. 490 с.
7. Народное образование в СССР. Общеобразовательная школа. Сборник документов. 1917–1973 гг. / Сост. А. А. Абакумов, Н. П. Кузин, Ф. И. Пузырев, Л. Ф. Литвинов. Москва : Педагогика, 1974. 560 с.
8. Подготовительные отделения и подготовительные курсы при высших учебных заведениях. Сборник упражнений. Москва : Высшая школа, 1978. Ч. 1. С. 107–110.
9. Фатеева Е. М. Організаційно-педагогічні засади управління центром довузівської підготовки вищого навчального закладу [Текст]: Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Херсонський держ. унт. Херсон, 2005. 250 арк.
10. Францева Ю. Е. Оценка эффективности довузовской подготовки абитуриентов в системе «школа–университет» : Автореф. дис. ... канд. пед.

наук: 13.00.01 / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. Нижний Новгород, 2011. 24 с. 2011 г.

11. Дятлова К. Д., Францева Ю. Е. Сравнительная эффективность форм довузовской подготовки: лонгитюдное исследование // *Проблемы развития непрерывного профессионального образования*. Волж. гос. инженер.–пед. ун–т. Нижний Новгород, 2009. С. 280–286.

12. Жлуктенко В. І., Наконечний С. І., Савіна С. С. Теорія ймовірностей і математична статистика : навчальний посібник. Математична статистика. Київ : Київський національний економічний університет, 2001. 216 с.
https://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Upload/Kafedry/Biofizyky/Biblioteka/Teoriya_ymovirnostey/teor2/Teoriya_ymovirnostey_2_mat_chast.Pdf