



” Заєць М., Друшляк М. Система підготовки учнів до зовнішнього незалежного оцінювання з математики. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2022. Том 10, № 3. С. 32-43. DOI: 10.31110/2616-650X-vol10i3-004

Zayets M., Drushlyak M. Systema pidhotovky uchniv do zovnishnoho nezalezhnogo otsiniuvannia z matematyky [Student preparation system for external independent assessment in mathematics]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka – Education. Innovation. Practice*, 2022. Vol. 10, № 3. S. 32-43. DOI: 10.31110/2616-650X-vol10i3-004

УДК 37.091.26

DOI: 10.31110/2616-650X-vol10i3-004

Марія ЗАЄЦЬ

*Будильський заклад загальної середньої освіти I-III ступенів
Лебединської міської ради Сумської області, Україна*

Марина ДРУШЛЯК

Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка, Суми, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-9648-2248>

marydru@fizmatsspu.sumy.ua

СИСТЕМА ПІДГОТОВКИ УЧНІВ ДО ЗОВНІШНЬОГО НЕЗАЛЕЖНОГО ОЦІНЮВАННЯ З МАТЕМАТИКИ

Анотація. У статті піднімається проблема підготовки випускників старшої школи до зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО). Метою статті є представлення системи підготовки випускників старшої школи до зовнішнього незалежного оцінювання з математики. Для досягнення мети використано теоретичні (вивчення, аналіз і узагальнення психолого-педагогічної й методичної літератури з предмету дослідження для визначення поняттєво-категорійного апарату дослідження; опис основних класифікаційних ознак тестових завдань) й емпіричні (цілеспрямоване спостереження за освітнім процесом; вивчення й узагальнення педагогічного досвіду для обґрунтування цілей і напрямів тестового контролю учнів на уроках математики) методи наукового пізнання. Проаналізовано типи завдань ЗНО з математики (завдання з вибором однієї правильної відповіді з кількох запропонованих альтернатив, завдання на встановлення відповідності, завдання відкритої форми з короткою та розгорнутою відповіддю (повним поясненням)). Описано зміст підготовки до ЗНО з математики. Сформульовано методичні особливості кожної змістової лінії шкільного курсу математики та створено пам'ятки для вчителів у межах кожної змістової лінії, які можна використовувати при підготовці учнів старшої школи до ЗНО. Виокремлено шляхи підготовки до ЗНО: введення повторювально-систематизуючого курсу чи факультативу з математики (формальна освіта); проходження курсів з підготовки до ЗНО на відкритих освітніх платформах (неформальна освіта); робота з репетиторами (інформальна освіта). Здійснено порівняльний аналіз курсів з підготовки до ЗНО на відкритих освітніх ресурсах EdEra, Prometheus, iLearn, «Освіта-онлайн», Аcaademia. Закцентовано увагу на феномені репетиторства при підготовці до ЗНО. Взаємоп'єднання, взаємодоповнення та взаємовплив усіх трьох окреслених нами шляхів підготовки до ЗНО у поєднанні із коректною психологічною підтримкою усіх зацікавлених осіб створює ефективну систему підготовки учнів до розв'язування задач ЗНО з математики.

Ключові слова: ЗНО; ЗНО з математики; незалежне оцінювання; система підготовки до ЗНО; навчання математики.

Maria ZAYETS

*Budil institution of general secondary education of I-III levels
of Lebedyn city council of Sumy region, Ukraine*

Maryna DRUSHLYAK

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Sumy, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-9648-2248>

marydru@fizmatsspu.sumy.ua

STUDENT PREPARATION SYSTEM FOR EXTERNAL INDEPENDENT ASSESSMENT IN MATHEMATICS

Abstract. The article raises the problem of preparing high school graduates for external independent assessment (EXA). The purpose of the article is to present the system of training high school graduates for external independent assessment in mathematics. For achieving the goal we used theoretical (study, analysis, and generalization of psychological-pedagogical and methodological literature on the subject of research to determine the conceptual-categorical research apparatus; description of the main classification features of test tasks) and empirical (targeted observation of the educational process; study and generalization of pedagogical experience for justification of the goals and directions of test control of students in mathematics lessons) methods of scientific knowledge. The types of tasks of the external examination in mathematics were analyzed (tasks with the choice of one correct answer from several proposed alternatives, tasks to establish a correspondence, and tasks of an open form with a short and detailed answer (full explanation)). The content of preparation for the external examination in mathematics was described. Methodological features of each content line were formulated for the school mathematics course and created reminders for teachers within each content line, which can be used in preparing high school students for the external examination. The ways of preparing for the external examination are distinguished: the introduction of a repetitive and systematizing course or an elective in mathematics (formal education); taking courses with preparation for vocational training on open educational platforms (informal education); working with tutors (informal education). A comparative analysis of training courses for vocational training on open educational resources EdEra, Prometheus, iLearn, "Osvita-online", Academia was carried out. Attention was focused on the phenomenon of tutoring in preparation for external examinations. The interconnection, complementarity, and mutual influence of all three ways of preparing for the external examinations outlined by us in combination with the correct psychological support of all interested parties create an effective system of preparing students for solving the problems of the external examinations in mathematics.

Keywords: ZNO; ZNO in mathematics; independent assessment; the system of preparation for ZNO; teaching mathematics.

Постановка проблеми. Сьогодні шлях вступу до закладу вищої освіти в повній мірі залежить від результатів складання зовнішнього незалежного оцінювання. Тому якість підготовки має велике значення для всіх випускників закладів загальної середньої освіти, а з 2022 року також для учнів та студентів професійно-технічних і вищих закладів освіти, які у 2022 році здобувають повну загальну середню освіту, оскільки обов'язково складають ДПА у формі ЗНО.

Підготовка і складання зовнішнього незалежного оцінювання є однією із потенційно стресогенних ситуацій для учнів. Особливо ситуація загострюється з 2020 року, коли підготовка і проходження тестування були ускладнені необхідністю дотримання низки карантинних обмежень у зв'язку з пандемією Covid-19. Випускники змушені були готуватися до ЗНО дистанційно, у зовсім нових, незвичних для них умовах.

Система підготовки до зовнішнього незалежного оцінювання повинна бути добре продуманою, особливо дана проблема актуалізується останнім часом, коли ЗНО з математики стало обов'язковим. Нами виявлено достатню кількість методичних матеріалів з різноманітних порад, курсів на відкритих освітніх платформах проблеми підготовки до ЗНО з математики, але всі ці засоби повинні спрацьовувати у системі, щоб це буде якісна та цілеспрямована підготовка. Тому тема «Система підготовки учнів до зовнішнього незалежного оцінювання з математики» на часі.

Аналіз актуальних досліджень. З 2021 року учні всіх закладів освіти складають ЗНО з математики двох рівнів: рівень стандарту та профільний рівень. Учні, які вивчали математику на рівні стандарту будуть проходити тестування рівня стандарт і результат виконання завдань №№1-26, №30, №31 буде зарахований як результат державної підсумкової атестації за освітній рівень повної загальної середньої освіти. В свою чергу, учні, які вивчали математику на профільному рівні будуть проходити тестування профільного рівня, а результат виконання всіх завдань буде зарахований як результат державної підсумкової атестації за освітній рівень повної загальної середньої освіти, і в той же час буде використовуватися під час прийому до закладів вищої освіти [14].

На сьогодні сертифікаційна робота ЗНО з математики складається із завдань наступних чотирьох форм.

1. Завдання з вибором однієї правильної відповіді (№№ 1-16 в обох рівнях).

Такі завдання складаються з умови та чотирьох або п'яти варіантів відповіді. Серед наведених варіантів необхідно обрати правильний. За правильне виконання такого завдання учасник отримує 1 бал. У випадку неправильної відповіді або взагалі її відсутності, учасник не отримує жодного балу [14].

2. Завдання на встановлення відповідності (№№ 17-20 в обох рівнях).

Для кожного такого виду завдання наведено два стовпчики з певною інформацією. Завдання полягає в утворенні «логічних пар» між інформацією в першому стовпчику завдання (позначена цифрами 1-3) та інформацією в другому стовпчику (позначена буквами А-Д). При виконанні цього завдання учасник має визначити «логічні пари», тобто встановити відповідність інформації між довільно розташованою інформацією в поданих стовпчиках. Кожна така «логічна пара», за умови правильної відповідності, оцінюється в 1 бал. Максимально за правильне виконання завдання можна набрати 3 бали. За надання неправильної відповіді або її відсутності, учасник отримує 0 балів [14].

Завдання на встановлення відповідності або як ще можна озвучити завдання на встановлення логічних зв'язків, завдання на достатність даних, завдання на відповідність між двома множинами об'єктів, завдання на знаходження правильної послідовності дій лише віднедавна почали з'являтися в стандартизованих оцінюваннях, саме тому великого досвіду в їх використанні та розробці ще не накопичено. Однак певні загальні рекомендації щодо методики розробки та методики навчання розв'язуванню таких завдань вже сформулювати можна.

3. Завдання відкритої форми з короткою відповіддю (№№ 21-26 для рівня стандарту, №№ 21-29 для профільного рівня).

Такі завдання містять умову задачі та питання, відповіді на які необхідно записати від руки у бланку відповідей. Розв'язання учасників у чернетці не беруть до уваги і не перевіряють. Кожне таке завдання оцінюється в 2 бали. А завдання під номерами 21 – 24 складаються з двох підпунктів, кожен з яких оцінюється в 1 бал, і таким чином можна набрати від 0 до 2 балів [14].

Завдання відкритої форми з короткою відповіддю є найбільш наближеними до традиційних завдань із повним поясненням. Процес розв'язання таких завдань є невідомим для вчителя, проте відповідь до завдання учасник вже не обирає із запропонованих варіантів, а знаходить сам, це значно зменшує можливість отримання відповіді без демонстрації потрібних учителю знань, умінь і навичок. Такі завдання можуть містити значно більшу кількість логічних кроків, ніж завдання з вибором однієї правильної відповіді. Однак завдання з короткою відповіддю мають бути стандартними, алгоритм яких розв'язування має бути відомим учням. І чим більшою є кількість логічних кроків розв'язання такого виду завдання, тим більш стандартним має воно бути. Якщо ж завдання має елементи нетрадиційності, наприклад, містить незвичне формулювання, то розв'язання такого завдання не має

містити занадто громіздких технічних операцій. Наприклад, складні перетворення виразів зі змінними під час розв'язування різного виду рівнянь чи нерівностей.

4. *Завдання відкритої форми з розгорнутою відповіддю (№№27-28 для рівня стандарту, №№30-34 для профільного рівня).*

Такі завдання передбачають повне пояснення завдання, наведення всіх етапів розв'язання, посилання на математичні факти, можливі ілюстрації (рисунок, графіки, таблиці). Відповідно від повноти та правильності розв'язання такого завдання можна отримати такі бали:

- від 0 до 6 балів за завдання 27 рівня стандарту (30 завдання профільного рівня);
- від 0 до 4 балів за завдання 28 рівня стандарту (31 завдання профільного рівня);
- від 0 до 2 балів за завдання 32 профільного рівня;
- від 0 до 3 балів за завдання 33 профільного рівня;
- від 0 до 6 балів за завдання 34 профільного рівня.

Це означає, що за завдання відкритої форми у рівні стандарту є можливість отримати 10 балів, що в свою чергу становить 20% балів за весь тест. А в профільному рівні можна отримати 21 бал з 67 можливих, що становить більше 30% всіх балів за тест.

Детально критерії оцінювання завдань відкритої форми з розгорнутою відповіддю сертифікаційної роботи з математики зовнішнього незалежного оцінювання, наприклад, 2022 року можна знайти за посиланням <https://testportal.gov.ua/evaluationmath/>.

Завдання відкритої форми з розгорнутою відповіддю є найбільш звичними для учнів та вчителів, оскільки є традиційними для навчального процесу в українських школах протягом останніх років. Проте створення і розв'язування такого роду завдань з повним поясненням, мають свою специфіку. Вони входять окремими завданнями чи цілим блоком до великого стандартизованого тесту. Однією з головних проблем при розробці такого завдання з розгорнутою відповіддю, що входять до стандартизованого тесту є обмеження можливих способів його розв'язання.

Аналіз статистичних показників завдань ЗНО відкритої форми з розгорнутою відповіддю [16] показав, що у багатьох учасників недостатньо розвинена просторова уява; значна частина учасників погано володіє апаратом математичного аналізу, припускає багато помилок під час визначення похідної та первісної функції, знаходження проміжків їх монотонності.

Тому **мета статті**: описати систему підготовки учнів до зовнішнього незалежного оцінювання з математики.

Методи дослідження. Для реалізації поставлених завдань було використано наступні методи:

- *теоретичні*: вивчення, аналіз і узагальнення психолого-педагогічної й методичної літератури з предмету дослідження для визначення поняттєво-категорійного апарату дослідження; опис основних класифікаційних ознак тестових завдань;

- *емпіричні*: цілеспрямоване спостереження за освітнім процесом; вивчення й узагальнення педагогічного досвіду для обґрунтування цілей і напрямів тестового контролю учнів на уроках математики.

Виклад основного матеріалу. Підготовка до зовнішнього незалежного оцінювання з математики повинна проходити відповідно до змістових ліній шкільного курсу математики: «Числа і вирази», «Функції та їх графіки», «Рівняння та їх системи», «Нерівності та їх системи», «Текстові задачі», «Елементи математичного аналізу», «Планіметрія», «Стереометрія», «Вектори і координати» та «Елементи комбінаторики і стохастики».

З них у предметі «алгебра» розглядається шість змістових ліній, які всі ввійшли у стандарт. В свою чергу у предметі «геометрія» виокремлюють п'ять змістових ліній: геометричні фігури, геометричні величини, геометричні побудови, геометричні перетворення та координати і вектори.

Змістова лінія «Числа і вирази». Дана змістова лінія починає розвиватися ще в початковій школі, проходить увесь початковий курс математики і є так званим «стрижнем», навколо якого вибудовуються всі інші змістові лінії шкільного курсу математики. Протягом всього курсу навчання удосконалюються обчислювальні навички як при вивченні алгебри, так і геометрії. Відбувається поступове розширення відомих числових множин – вводяться поняття натурального, цілого, раціонального, ірраціонального та дійсного числа. Поступово ускладнюється за структурою та за компонентами (дробові, додатні і від'ємні числа). Впроваджуються буквенні вирази, формули, обчислення за формулами, відношення та пропорції, квадрат і куб числа, розширюється коло задач на пряму та обернені пропорційні залежності. Запроваджуються поняття раціонального виразу, одночлена, многочлена та зведення їх до стандартного вигляду, степеня з натуральним показником, тотожно рівних виразів, тотожності. Вивчатися формули скороченого множення. У курсі алгебри та початків аналізу у 10-11 класі вивчаються тригонометричні, ірраціональні вирази, які пов'язані з коренем n-го степеня, показникові та логарифмічні вирази. В 11 класі можливе вивчення комплексних чисел. Практика свідчить, що в разі невисокого рівня сформованості обчислювальної культури учнів, в

11 класі багато хто з них допускає помилки при обчисленні похідних та інтегралів, при розв'язанні геометричних задач на обчислення.

Надамо пам'ятку для вчителів, на які моменти потрібно звернути увагу при підготовці учнів до ЗНО з математики в межах змістової лінії «Числа і вирази» (рис.1) [17].

Аналіз результатів ЗНО показав, що в завданнях з розділу «Числа і вирази» одними із складнішими були завдання на знання та застосування тригонометричних тотожностей. Також велика кількість учасників не знають формул скороченого множення.

Змістова лінія «Рівняння та їх системи» (рис.2). Перше уявлення про рівняння учні отримують у початковій школі. Саме тоді вони розв'язують рівняння на основі залежностей результатів арифметичних дій від компонентів. Поступово лінія рівнянь розширюється. Учні знайомляться з властивістю рівняння щодо можливості додавання до обох його частин однакового виразу, наслідок – можливість переносити вирази з однієї частини рівняння в іншу з протилежним знаком. Розширюється множина рівнянь і види задач, які розв'язують за допомогою рівнянь. Учні починають розв'язувати рівняння, використовуючи основні тотожні перетворення цілих і дробових виразів. Вводиться поняття системи лінійних рівнянь з двома невідомими та три способи їх розв'язування: спосіб підстановки, спосіб додавання, графічний спосіб. Вивчають квадратні рівняння та способи їх розв'язання, дробово-раціональні рівняння. У 10-11 класах курс алгебри та початків аналізу передбачає знайомлення учнів з тригонометричними, ірраціональними, показниковими, логарифмічними рівняннями; їх системи та способами їх розв'язування.

Пам'ятку для вчителів, на які моменти потрібно звернути увагу при підготовці учнів до ЗНО з математики в межах змістової лінії «Рівняння та їх системи», подано на рис.2 [17].

Аналіз результатів ЗНО показав, що в завданнях з розділу «Рівняння та їх системи» значна частина учнів з острахом відносяться до рівнянь з параметрами, тому лише одиниці беруться за розв'язання такого типу завдання. Значних помилок допускають у розв'язаннях з модулем.

Пам'ятка "Числа і вирази"

- Акцентувати увагу на різниці множин цілих та натуральних чисел, оскільки доволі часто учні плутають їх і, наприклад, відносять число нуль до натуральних. У завданнях із короткою відповіддю на розв'язування нерівностей часто вимагається знайти суму чи добуток усіх натуральних чи цілих її розв'язків. У випадку, якщо учень погано розрізняє числові множини, це може призвести до неправильної відповіді навіть у випадку, коли сама нерівність розв'язана правильно.
- Варто засвоювати ОСНОВНІ логарифмічні формули – властивості суми та різниці логарифмів, логарифма степеня та властивість про перехід до нової основи. Майже всі інші логарифмічні формули є наслідками вищезгаданих.
- Варто акцентувати увагу при вивченні обернених тригонометричних функцій, що будь-який «аркус» – це кут, причому в багатьох випадках він або гострий, або ж його можна звести до гострого. Тому корисними при розв'язуванні завдань на перетворення «аркусів» є використання прямокутних трикутників.
- Варто засвоювати ОСНОВНІ тригонометричні формули – формули, що пов'язують тригонометричні функції одного кута, формули суми аргументів та формули зведення.
- Розуміння суті поняття тригонометричних функцій довільного кута на одиничному колі – важливо! Найпростіші властивості (парність, періодичність, значення для кутів 0, 90, 180, 270, 360 градусів тощо) при розумінні суті поняття тригонометричних функцій не потребують механічного зазубрювання.
- Формули скороченого множення є важливими при розв'язуванні, рівнянь та нерівностей, дослідженні функції на монотонність та екстремуми тощо.

Рис.1. Пам'ятка «Числа і вирази»

Пам'ятка "Рівняння та їх системи"

- Рівняння, що містять знак модуля варто розглядати у кожній із тем.
- Варто акцентувати увагу учнів на графічному способі розв'язування рівнянь та систем рівнянь, бо доволі часто саме графічний спосіб є найпростішим.
- Для зняття «страху» перед параметрами варто розглядати найпростіші (лінійні та квадратні) рівняння з параметром уже на перших заняттях теми, підкреслюючи, що параметр це лише число.
- Доволі часто під час розв'язування тестових завдань із короткою відповіддю на розв'язування рівнянь та систем рівнянь після розв'язання вимагається записати у відповідь суму коренів, добуток коренів, найменший корінь тощо. Саме на цьому етапі можна допустити помилку. Варто звертати увагу учнів на те, що до отримання остаточної відповіді тестове завдання слід вважати абсолютно нерозв'язаним.

Рис. 2. Пам'ятка "Рівняння та їх системи"

Змістова лінія «Нерівності та їх системи» (рис.3). Перше уявлення про нерівності й знаки «>», «<» учні дотримують у початковій школі. Поступово лінія нерівностей розширюється. Розширюються і способи розв'язування самих нерівностей, зокрема пропонується метод інтервалів, графічний спосіб. Аналіз результатів ЗНО показав, що в завданнях з розділу «Нерівності та їх системи» аналогічно до попередньої теми, учні бояться завдань з параметрами. Проблеми виникають і при роботі з модулями та тригонометричними функціями.

Надамо пам'ятку для вчителів, на які моменти потрібно звернути увагу при підготовці учнів до ЗНО з математики в межах змістової лінії «Нерівності та їх системи» (рис.3) [17].

Змістова лінія «Функції та їх графіки». З 1 класу здійснюється пропедевтика вивчення такого поняття як функція. Проте термін «функція» на цьому етапі ще не застосовується. Вона реалізується у зв'язку з вивченням залежностей результатів арифметичних дій від їх компонентів, обчисленням значень буквених виразів за даним значенням однієї з букв, розв'язуванням текстових задач за допомогою рівнянь, введенням координатної площини та побудови графіків залежності між величинами. Поступово вводиться поняття функції, області визначення і значень, способи завдання функцій, їх графіки і властивості. Починають розглядати окремі види функцій: лінійну, квадратичну. Арифметична та геометрична прогресії також належать до теми «Функції». Вивчають тригонометричні функції, степеневу, показникову та логарифмічну функцію. Розширюються відомості про функції (зростаючі, спадні, парні, непарні, періодичні) (рис.4) [17].

Пам'ятка "Нерівності та їх системи"
Варто звернути увагу учнів, що рівняння та нерівності – принципово різні математичні об'єкти. Наприклад, рівняння $\sin 3x = 0$ не має коренів, а нерівність $\sin 3x \leq 0$ має безліч розв'язків тощо.
Важливо акцентувати увагу на акуратному означенні розв'язку нерівності та системи нерівностей. Важливо розглянути різні види числових проміжків.
Для нерівностей існує універсальний метод, який дозволяє розв'язання будь-якої з них звести до розв'язання рівняння – загальний метод інтервалів.
Загальний метод інтервалів є універсальним для розв'язування будь-якої нерівності, але користуватися ним при розв'язуванні найпростіших нерівностей незручно і недоцільно. Тому, розглянувши загальний метод інтервалів на початку теми, слід переходити до розгляду специфічних для кожного типу нерівностей методів розв'язання.
Не варто під час повторення курсу математики оминати підтему «Властивості числових нерівностей».
При розв'язуванні цілих (крім лінійних), квадратичних, дробових раціональних, ірраціональних, показникових, логарифмічних та комбінованих нерівностей варто показати, що всі вони, фактично, розв'язуються за допомогою одного й того самого загального методу інтервалів, але для кожного з цих типів рівнянь даний метод може зазнавати певних спрощень. Крім того, окремі найпростіші підтипи наведених типів нерівностей мають альтернативні способи розв'язування, які не використовують метод інтервалів.
Під час розв'язування нерівностей із модулем слід звернути увагу не лише на аналітичний спосіб, а й на спосіб, який ґрунтується на використанні геометричного означення модуля.

Рис. 3. Пам'ятка «Нерівності та їх системи»

Пам'ятка «Функції та їх графіки»
При вивченні основних властивостей функцій слід дуже акуратно формулювати означення. У тестах ЗНО з математики останніх років зустрічається досить багато завдань теоретичного характеру, суть розв'язання яких зводиться до розуміння чи нерозуміння учасниками тестування «тонких моментів».
Варто звернути увагу учнів на геометричний зміст параметрів лінійної ($y = kx + b$) та квадратичної ($y = ax^2 + bx + c$) функцій, оскільки окремі тестові завдання по суті зводяться до перевірки розуміння цього геометричного змісту. Особливу увагу слід звернути на геометричний зміст кутового коефіцієнта лінійної функції, який буде далі використовуватися при вивченні теми «Похідна».
Не варто розглядати з учнями всі можливі класи значень параметра n загальної степеневі функції $y = x^n$. Досить обмежитися такими випадками: а) $n \in \mathbb{N}$; б) $-n \in \mathbb{N}$; в) $\frac{1}{n} \in \mathbb{N}$.
Перед вивченням логарифмічної та оберненої тригонометричних функцій слід приділити увагу загальному означенню оберненої функції та правилу її знаходження. Методичний прийом із перевертанням і поворотом аркуша на кут $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ для демонстрації графіка оберненої функції дозволяє вчителю зробити емоційний акцент на суттєвій властивості графіка оберненої функції – симетричності із графіком початкової функції відносно прямої $y = x$.
Оскільки показникова функція є монотонною на $(-\infty; +\infty)$, то вона має на цьому проміжку єдину обернену функцію – логарифмічну. Для тригонометричних функцій це не так, тому побудова графіків функцій «аркусів» є складнішою, ніж побудова логарифмічної функції. Тому природно спочатку вивчати показникову та логарифмічну функції, а вже потім – тригонометричні та обернені тригонометричні.
Перед вивченням побудови графіків методом геометричних перетворень слід приділити час коректним означенням самих геометричних перетворень (паралельного перенесення, симетрії, «стиску» та «розтягу») вздовж осей координат.
Під час вивчення окремих множин площини, що не є графіками функцій, особливу увагу слід приділити колу та його рівнянню.

Рис. 4. Пам'ятка «Функції та їх графіки»

На основі аналізу результатів ЗНО можна дійти до висновків, що значна частина учасників не мала сформованих базових умінь та навичок з теми «Функції. Властивості функцій». Це призвело до труднощів під час виконання таких дій: установлення відповідності між наведеними рівняннями прямих та їхніми властивостями; знаходження області визначення функції; розв'язування завдання з короткою відповіддю, у якому йшлося про арифметичну чи геометричну прогресію.

Змістова лінія «Текстові задачі» (рис.5). Дана тема не є змістовою лінією шкільного курсу математики, однак ми вважаємо, що її також необхідно виокремити, оскільки розв'язування саме текстових задач пов'язане з таким поняттям як математична модель та способи її побудови. З задачами учні починають знайомитися з самого початку навчання математики і продовжують вдосконалювати свої знання протягом всього курсу математики.

Надамо пам'ятку для вчителів, на які моменти потрібно звернути увагу при підготовці учнів до ЗНО з математики в межах змістової лінії «Текстові задачі» (рис.5) [17].

Змістова лінія «Елементи математичного аналізу» (рис. 6). З елементами математичного аналізу учні знайомляться в старшій школі і тут значну роль відіграє такий фактор як математичний профіль класу. Діти, які навчалися у фізико-математичних класах чи в класах з поглибленим вивченням математики, мають значно ширші знання, ніж учні, які навчалися в звичайних класах. Діти мають лише поверхневі знання і мало вміють застосовувати їх на практиці.

У тесті ЗНО з математики останні роки популярними є завдання саме на розуміння суті поняття похідної, зокрема, механічного та геометричного змісту похідної. Тому незалежно від способу подачі теоретичного матеріалу замінювати «сутнісний» підхід «формальним» не варто. Під час вивчення похідної можна виділити два підходи до її вивчення – так звані «формальний» та «сутнісний» підходи. З позицій «формального» підходу похідна – це своєрідний оператор (штрих), який перетворює функції за певними «аксіомами» (таблиця похідних, правила диференціювання), а з позицій «сутнісного» підходу похідна є границею відношення приросту функції до приросту аргументу за умови прямування до нуля останнього. «Формальний» підхід дозволяє розв'язувати більшість завдань технічного характеру (обчислення похідних, знаходження проміжків монотонності та екстремумів функцій тощо), але не дає можливості обґрунтувати «аксіоми» дії оператора (штриха) на функції та алгоритми його використання до вивчення властивостей функцій. Для учнів з невисоким рівнем підготовки спочатку розглянути «формальний» підхід до сприйняття поняття похідної, а потім «сутнісний», а для «сильних» учнів починати з «сутнісного» підходу, завершуючи «формальним» [17].

Надамо пам'ятку для вчителів, на які моменти потрібно звернути увагу при підготовці учнів до ЗНО з математики в межах змістової лінії «Елементи математичного аналізу» (рис.6) [17].

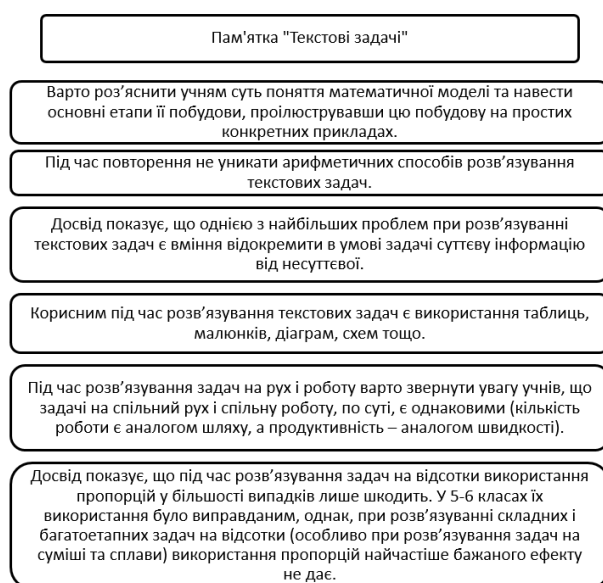


Рис. 5. Пам'ятка «Текстові задачі»

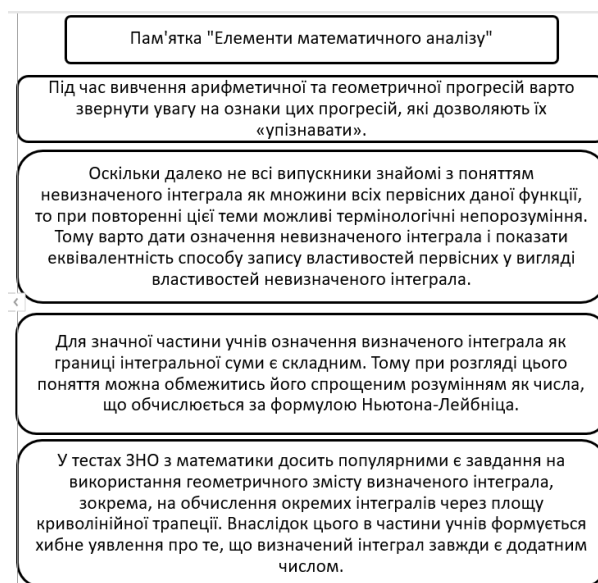


Рис. 6. Пам'ятка «Елементи математичного аналізу»

На основі аналізу результатів ЗНО можна дійти до висновків, що досить часто учні допускали помилки саме в обчисленнях. І завдання на знаходження похідних для учнів було значно легшим, ніж знаходження первісних. Багато хто не вміє застосовувати формули для знаходження площ чи об'ємів за допомогою інтегралів, не вміють «читати» графіки, не вміють знаходити межі інтегрування.

Змістові лінії «Планіметрія» і «Стереометрія» (рис.7-8). Пропедевтика вивчення геометрії проводиться ще в початкових класах. Уже тоді розглядаються такі фігури як відрізок, ламана, коло, круг, квадрат, прямокутник, трикутник. Учні навчаються розрізняти їхні основні елементи: вершини, сторони, кути; вимірювати довжину, знаходити периметр, площу. Наприкінці початкової школи вводяться поняття про такі геометричні тіла як: куб, паралелепіпед, піраміда, призма, конус, куля, циліндр. Вивчають коло та його побудову за допомогою циркуля, радіус, діаметр кола. Поступово розширюються уявлення про геометричні фігури. На наочному рівні розглядаються геометричні тіла як: куб, прямокутний паралелепіпед, піраміда, призма, конус, куля, циліндр. Відбувається систематичне вивчення фігур на площині, в просторі. Також учні продовжують вивчати геометричні величини такі як периметр, площа, об'єм. У курсі планіметрії вивчають таку тему як «Геометричні побудови», де учні вивчають п'ять основних побудов за допомогою циркуля і лінійки. У 10-11 класах починають зображувати просторові фігури на площині, користуючись властивостями паралельної проекції, вивчають так звані уявні побудови. Вивчають геометричні перетворення: всі види рухів, гомотетією та подібність.

Надамо пам'ятку для вчителів, на які моменти потрібно звернути увагу при підготовці учнів до ЗНО з математики в межах змістових ліній «Планіметрія» і «Стереометрія» (рис.7-8) [17].

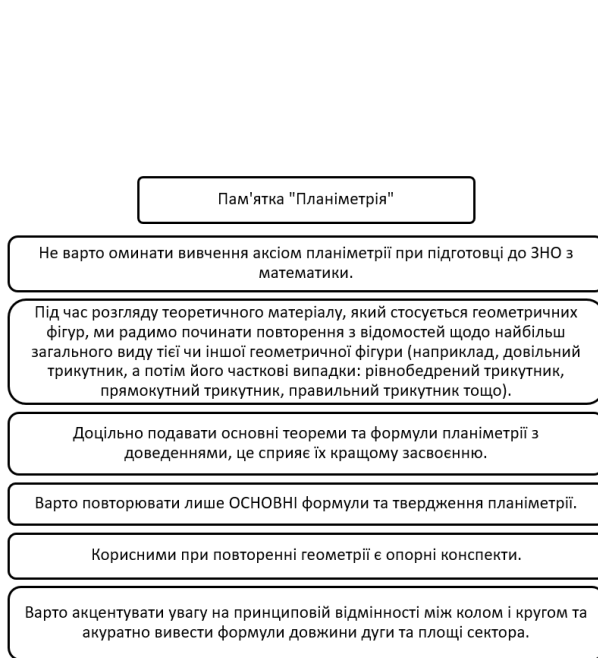


Рис. 7. Пам'ятка «Планіметрія»

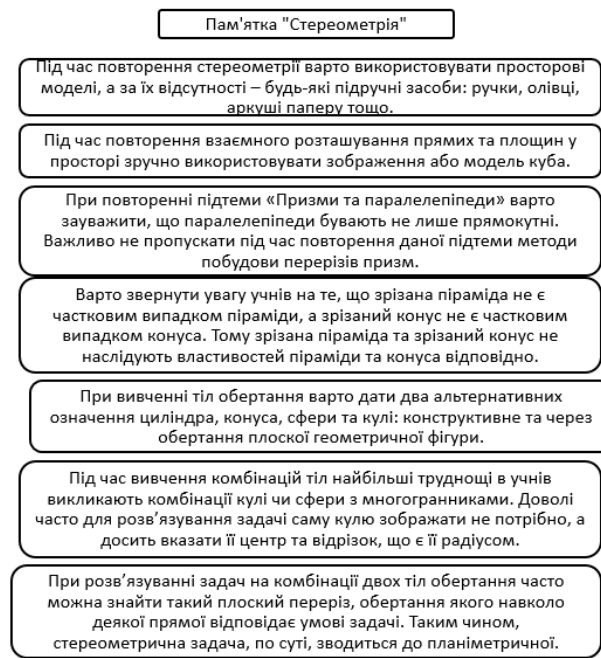


Рис. 8. Пам'ятка «Стереометрія»

На основі аналізу результатів ЗНО можна дійти висновків, що значна частина учасників не мала сформованих базових умінь та навичок з теми «Планіметрія», «Стереометрія». Велика кількість учнів не знає основних формул, погано володіє вивченим матеріалом, має погано розвинутий просторовий уяву. Найбільше труднощів викликають завдання на комбінації геометричних фігур.

Змістова лінія «Вектори і координати» (рис.9). Ці теми передбачено вивчати в декілька етапів. В старших класах учні вперше знайомляться з прямокутною системою координат на площині. Вчать знаходити точки за їх координатами на координатній прямій та на координатній площині. Вивчають відповідні формули довжини відрізка, координати середини відрізка. Трохи пізніше знайомляться з векторами й операціями над ними.

Надамо пам'ятку для вчителів, на які моменти потрібно звернути увагу при підготовці учнів до ЗНО з математики в межах змістової лінії «Вектори і координати» (рис.9) [17].

Аналіз результатів ЗНО показав, що значна частина учасників не мала сформованих базових умінь та навичок з теми «Координати і вектори». Це призвело до труднощів під час виконання майже всіх типів завдань.

Змістова лінія «Елементи комбінаторики і стохастики» (рис. 10). Дана змістова лінія складається з трьох складових: теорія ймовірностей, комбінаторика, статистика. Ці види взаємопов'язані між собою і спрямовані на навчання в учнів аналізу даних. Під час вивчення комбінаторики вводяться поняття розміщення, розміщення з повторенням, перестановки, комбінації. Вивчення доречно починати з перебору варіантів, розв'язування задач за допомогою комбінаторних правил множення і додавання. Вивчення головних комбінаторних схем у навчальній літературі проводиться або мовою множин, або мовою вибірок. Ознайомлення з основними поняттями ймовірно-статистичної лінії необхідне для пізнання оточуючого світу і створення однієї з науково обґрунтованих картин цього світу. Будь-який розділ математики позитивно впливає на розумовий розвиток учнів, оскільки прищеплює їм навички логічного мислення. Це стосується і викладання ймовірно-статистичної лінії, але дана тема грає дещо більшу роль і виходить за межі звичайного. Учень пізнає, як застосовувати прийоми логічного мислення в тих випадках, коли необхідно мати справу з невизначеністю.

Надамо пам'ятку для вчителів, на які моменти потрібно звернути увагу при підготовці учнів до ЗНО з математики в межах змістової лінії «Елементи комбінаторики і стохастики» (рис.10) [17].

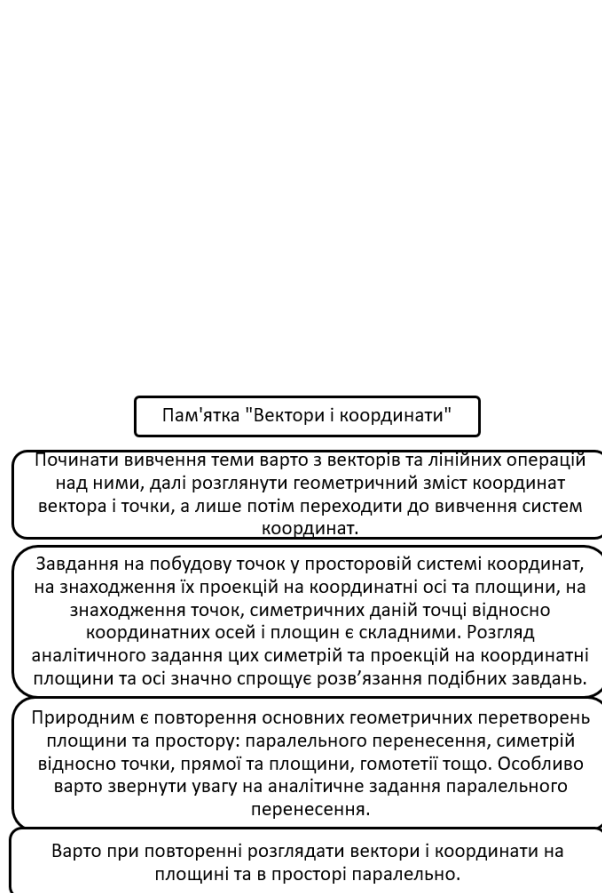


Рис. 9. Пам'ятка «Вектори і координати»

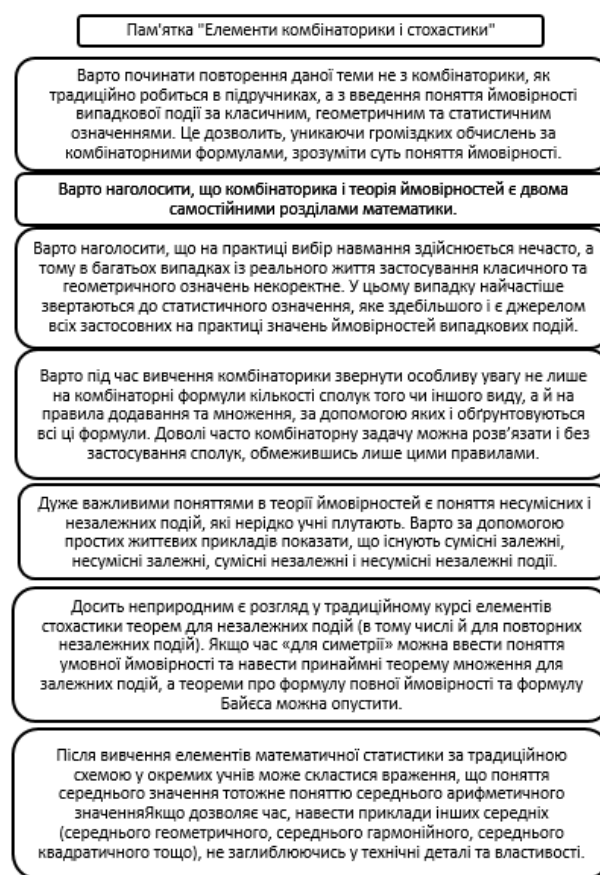


Рис. 10. Пам'ятка «Елементи комбінаторики і стохастики»

У завданнях ЗНО майже немає завдань з комбінаторики, а з елементів статистики та теорії ймовірності взагалі немає. У школі вивчаються ці теми, але вчителі не роблять акценту на цих завданнях. Тому учні на елементарні та базові задачі не можуть дати правильної відповіді.

Підготовка до зовнішнього незалежного оцінювання може відбуватися декількома шляхами: введення повторювально-систематизуючого курсу чи факультативу з математики (формальна освіта); проходження курсів з підготовки до ЗНО на відкритих освітніх платформах (неформальна освіта); робота з репетиторами (інформальна освіта).

Програма факультативу з підготовки до ЗНО з математики

Факультатив – це одна з форм диференційованого навчання з математики, основною метою якого є розширення та поглиблення знань школярів, всебічний розвиток їхніх математичних здібностей, зацікавленість предметом математика.

На нашу думку, підготовку до розв'язування задач ЗНО з математики доцільно організувати у формі саме факультативу в 10-11 класах. В основному, на факультатив виділяється 1 година на тиждень, в загальному випадку це 34-35 годин на рік.

Як бачимо, в основі факультативу зміст програми, який базується на програмі Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України із зовнішнього незалежного оцінювання. Курс розрахований на 2 роки і охоплює всю програму основного курсу вивчення математики. Але це лише факультатив, який цілеспрямовано направлений на підготовку учнів до ЗНО, який забезпечує систематизацію і вдосконалення знань та вмінь учнів. Може скластися враження, що на деякі теми виділено мало годин, але такий курс розрахований на учнів, які мають гарні знання, а у рамках факультативу можуть вдосконалити свої знання, знайти нові методи, відчутти «особливості» кожної змістової лінії шкільного курсу математики.

Проходження курсів з підготовки до ЗНО на відкритих освітніх платформах (неформальна освіта)

В умовах сьогодення, коли інформаційні технології стають більш доступними, цифрові освітні ресурси стають важливою складовою освітнього процесу. Відповідно до визначення ЮНЕСКО, відкриті освітні ресурси – це освітні, навчальні чи наукові ресурси, розміщені у вільному доступі або розповсюджені під ліцензією, яка дозволяє їх вільне використання або переробку. Іншими словами, відкриті освітні ресурси – це навчальні або наукові ресурси, які є вільно доступними, відкритими для

всіх користувачів. До них відносять електронні підручники, навчальні відео- та аудіоматеріали, презентації, тести, тренажери, а також інші електронні навчальні засоби. Користувачі представлені різними цільовими групами: учні, студенти, вчителі, викладачі. Відкриті освітні ресурси можуть бути цікавими також тим, хто здобуває освіту неформально або дистанційно.

У контексті підготовки до зовнішнього незалежного оцінювання зазначимо, що з кожним роком в Україні з'являється все більше і більше онлайн-платформ, які допомагають абітурієнтам підготуватися до такого виду випробування, оскільки на сьогодні затребуваною стає швидка та якісна підготовка абітурієнтів до складання ДПА у формі ЗНО, що особливо актуалізується в умовах пандемії COVID-19 та карантинних обмежень.

Нами проаналізовано низку відкритих освітніх ресурсів, які мають за мету підготувати суб'єктів навчання до ЗНО. Кожен такий курс розбивається на розділи, які необхідно опанувати за певний час. Для визначення рівня оволодіння матеріалом передбачено тестування, після виконання якого надаються правильні відповіді на всі завдання і розраховується результат у тестових балах. Розглянемо більш детально найбільш популярні відкриті освітні ресурси підготовки до тестування, зосереджуючись лише на безкоштовних. Зауважимо, що всі проаналізовані курси доступні з комп'ютера, планшета та мобільного телефона.

EdEra – освітня українська платформа, яка створює безкоштовні онлайн-курси та навчальний контент для широкої аудиторії з різних тем. На даній платформі пропонується онлайн-курс «Математика. Просто». Курс розрахований на 6 тижнів, кожен з яких складається з 2-4 лекцій, великої кількості теоретичних, тестових і домашніх завдань. Кожен тиждень розрахований орієнтовно на 5 годин занять. Учні викладають як теорію, так і методіку розв'язування задач і рівнянь, і саме цьому приділяється найбільше часу. Лекції проходять у відеоформаті, що є зручним для здобувачів освіти. Під час навчання надаються інтерактивні конспекти, підручники, у самих матеріалах повідомляються лайфхаки для запам'ятовування теоретичного матеріалу. Крім тестових завдань на курсі передбачено також проміжні модулі, тести та фінальний іспит. Успішно пройшовши даний курс та всі його іспити, можна отримати сертифікат.

Prometheus – одна з найбільших освітніх онлайн-платформ України, яка допомагає учням підготуватися до здачі тестів ЗНО. Даний ресурс містить відразу два онлайн-курси для підготовки до ЗНО з математики: «Математика. Підготовка до ЗНО» та «Підготовка до ЗНО з математики: лайфхаки від Могилянки».

Курс «Математика. Підготовка до ЗНО» розраховано на 9 тижнів і складається з 19 тем від «Алгебра. Початок аналізу» до «Геометрія. Планіметрія. Стереометрія». У курсі містяться теоретичні відеоуроки по 5-15 хвилин та наочні приклади розв'язування задач різної складності. Після кожної лекції є тестові завдання для закріплення вивченого матеріалу.

При підготовці розглянуті всі розділи математики, які входять до програми ЗНО, розібрано всі типи задач та методи їх розв'язування. Також на курсі розміщено допоміжні відео, які містять корисні рекомендації для підготовки до ЗНО. При виникненні будь-яких запитань, є можливість обговорити їх на форумі з викладачем або з іншими слухачами курсу.

iLearn – проєкт від громадської спілки «Освіторія», містить курс «Математика», який складається з 25 тем. Кожна тема містить відео тривалістю від 25 хвилин і більше, у якому подається теорія та розв'язання задач. Додатково до кожної теми йдуть матеріали для самостійного опрацювання, у яких детально пояснюються формули, підтеми. Після завершення курсу обов'язково потрібно пройти тест. Програма охоплює всі теми, які виносяться на ЗНО. Від «Основні алгебраїчні вирази» до «Елементи комбінаторики, елементи математичної статистики». Додатково на сайті можна ознайомитись з методами розв'язування задач.

Приєднатися до навчання можна на будь-якому етапі. Для учнів є форум для обговорення необхідних питань.

«Освіта-онлайн» – громадський проєкт, що передбачає можливість дистанційної освіти для школярів у форматі масових відкритих онлайн-курсів і допомагає підготуватися до ЗНО та ДПА.

Курс з математики містить 29 уроків, кожен з яких містить кілька відео по 8-12 хвилин, детальні конспекти з формулами і термінами, приклади розв'язання задач. Урок завжди починається з «вхідного» тесту, а наприкінці розбираються приклади із ЗНО минулих років. Обов'язково даються домашні завдання, а на сайті є шкала успішності, де можна бачити свій прогрес у навчанні.

Academia пропонує школярам найбільшу кількість безкоштовних курсів для підготовки до ЗНО, одним з яких є курс з математики.

Даний курс поділений на дві частини – алгебра і геометрія. Разом вони містять 64 теми (32 з алгебри і 32 з геометрії). Кожна тема містить матеріал для опрацювання, словник термінів і понять, тестові завдання для закріплення знань та онлайн-ігри з даного матеріалу. По завершенню курсу пропонується пройти підсумкові тренувальні тести. Курс алгебри охоплює теми від «Натуральних чисел та дії над ними» до «Вступ до статистики», з геометрії від «Початкові поняття планіметрії» до «Вектори у просторі». Додатково можна знайти завдання із ЗНО минулих років.

Виокремимо переваги та недоліки онлайн-курсів на відкритих освітніх платформах.

Робота з репетиторами по підготовці до ЗНО з математики

Наразі репетиторство є невід'ємною частиною сучасної освіти. Особливо це актуалізується в карантинних умовах, оскільки змінюються форми підготовки до ЗНО. В умовах пандемії Covid-19 змінюється розподіл ролі школи і репетиторства при підготовці випускників до ЗНО, що, на думку М. Гладкевич та О. Заяць, повинно стати предметом занепокоєння педагогічної громадськості, оскільки складається така громадська думка, що без репетиторства випускники закладів загальної середньої освіти не можуть успішно скласти ЗНО [13]. Тому потрібно переглянути форми роботи з підготовки учнів до зовнішнього незалежного оцінювання в умовах, що склалися.

Репетитори досить часто зацікавлюють своїх учнів вивченням окремого предмета. Вони досить грамотно мотивують підлітків на отримання нових знань та добросовісне виконання домашніх завдань. Але в той же час батькам дуже важливо бути впевненими у кваліфікації, порядності та досвіді конкретного педагога, коли їхня дитина залишається з репетитором наодинці.

В умовах навчання онлайн зменшується роль школи саме у підготовці до заключного етапу навчання – проведення ЗНО чи державної підсумкової атестації [13].

Вважаємо, що взаємопоєднання та взаємодоповнення всіх трьох окреслених нами шляхів підготовки до ЗНО у поєднанні із коректною психологічною підтримкою усіх зацікавлених осіб буде найефективнішим.

Висновки. Основною метою зовнішнього незалежного оцінювання з математики є підвищення рівня освіти населення України та реалізація конституційних прав на рівний доступ до якісної освіти, що в свою чергу позитивно позначилося на якості середньої та вищої освіти, стало вагомим внеском у

Проаналізовано типи завдань ЗНО з математики (завдання з вибором однієї правильної відповіді з кількох запропонованих альтернатив, завдання на встановлення відповідності, завдання відкритої форми з короткою та розгорнутою відповіддю (повним поясненням) з відповідними прикладами.

Описано зміст підготовки до ЗНО з математики. Сформульовано методичні особливості кожної змістової лінії шкільного курсу математики та створено пам'ятки для вчителів у межах кожної змістової лінії, які можна використовувати при підготовці до ЗНО.

Виокремлено шляхи підготовки до ЗНО: введення повторювально-систематизуючого курсу чи факультативу з математики (формальна освіта); проходження курсів з підготовки до ЗНО на відкритих освітніх платформах (неформальна освіта); робота з репетиторами (інформальна освіта). Здійснено порівняльний аналіз курсів з підготовки до ЗНО на відкритих освітніх ресурсах. Закцентовано увагу на феномені репетиторства при підготовці до ЗНО. Взаємопоєднання, взаємодоповнення та взаємовплив усіх трьох окреслених нами шляхів підготовки до ЗНО у поєднанні із коректною психологічною підтримкою усіх зацікавлених осіб створює ефективну систему підготовки учнів до розв'язування задач ЗНО з математики.

Список використаних джерел

1. Rudenko Yuliia, Naboka Olha, Korolova Larysa, Kozhukhova Khana, Kazakevych Olena, Semenikhina Olena. Online Learning With the Eyes of Teachers and Students in Educational Institutions of Ukraine. *TEM Journal*, 2021. Volume 10, Issue 2, P. 922-931, <https://doi.org/10.18421/TEM102-55>.
2. Rudenko, Yu. O., Semenikhina, O. V., Kharchenko, I. I., & Kharchenko, S. M. (2021). Distance Learning: Results Of A Survey Of Teachers And College Students. *Information Technologies and Learning Tools*, 86(6), 313-333. <https://doi.org/10.33407/itlt.v86i6.4343>
3. Sarfo, Jacob Owusu & García-Santillán, Arturo & Adusei, Henry & Molchanova, Violetta S. & Drushlyak, Marina & Semenikhina, Olena & Donyeh, Philip & Zand, Somayah & Ashraf, Farzana & Malik, Najma & Ansah, Edward & Wongcharee, Hattaphan & Egara, Felix & Tipandjan, Arun & Cudjoe, Josephine & Azam, Uzma & Hassan, Mohammed Salah & Helmy, Mai & Vally, Zahir & Najafi, Reza. (2020). Gender Differences in Mathematics Anxiety Across Cultures: A Univariate Analysis of Variance Among Samples from Twelve Countries. *European Journal of Contemporary Education*, 9, 878-885. <https://doi.org/10.13187/ejced.2020.4.878>.
4. Semenikhina E., Drushlyak M., Bondarenko Yu., Kondratiuk S., Dehtiarova N. Cloud-based service GeoGebra and its use in the educational process: the BYOD-approach. *TEM JOURNAL – Technology, Education, Management, Informatics*, 2019. Vol.8, No.1. P. 65-72. <https://doi.org/10.18421/TEM81-08>.
5. Semenikhina O. V., Drushlyak M. G., Bondarenko Yu. A., Kondratiuk S. M., Ionova I. M. Open Educational Resources as a Trend of Modern Education. Proceedings of 42 International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics "MIPRO 2019", Opatija (Croatia), 20-24 may, 2019. P. 779 - 782.
6. Semenikhina O., Proshkin V., Drushlyak M. Mathematical knowledge control automation within dynamic mathematics programs. *E-learning and STEM Education* : Monograph. Scientific Editor Eugenia Smyrnova-Trybulska. Katowice-Cieszyn. 2019. P.224-240.
7. Semenikhina O., Yurchenko A., Sbruieva A., Kuzminskyi A., Kuchai O., Bida O. The Open Digital Educational Resources In IT-Technologies: Quantity Analysis. *Information technologies and learning tools*. Vol. 75. Issue 1. P.331-348. <https://doi.org/10.33407/itlt.v75i1.3114>.

8. Semenikhina, O., Yurchenko, A., Udovychenko, O., Petruk, V., Borozenets, N., & Nekyslykh, K. (2021). Formation Of Skills To Visualize Of Future Physics Teacher: Results Of The Pedagogical Experiment. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala*, 13(2), 476-497. <https://doi.org/10.18662/rrem/13.2/432>.
9. Semenikhina, O., Yurchenko, K., Shamoniia, V., Khvorostina, Y., Yurchenko, A. (2022). STEM-Education and Features of its Implementation in Ukraine and the World. Paper presented at the 2022 45th Jubilee International Convention on Information, Communication and Electronic Technology, MIPRO 2022 – Proceedings, 690-695. <https://doi.org/10.23919/MIPRO55190.2022.9803620>.
10. Semenikhina, O., Yurchenko, K., Shamoniia, V., Khvorostina, Y., Yurchenko, A. (2022). STEM-Education and Features of its Implementation in Ukraine and the World. Paper presented at the 2022 45th Jubilee International Convention on Information, Communication and Electronic Technology, MIPRO 2022 – Proceedings, 690-695. <https://doi.org/10.23919/MIPRO55190.2022.9803620>.
11. Udovychenko O., Chkana Ya., Yurchenko A., Khvorostina Yu. Introduction of didactic games in the educational process. *Фізико-математична освіта*, 2019. Випуск 4(22). Частина 2. URL: <https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/publ/8-1-0-621>
12. Yurchenko A., Drushlyak M., Sapozhnykov S., Teplytska S., Koroliova L., Semenikhina O. Using online IT-industry courses in the computer sciences specialists' training. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 2021. Vol. 21 No. 11 pp. 97-104. http://paper.ijcsns.org/07_book/202111/20211113.pdf.
13. Гладкевич М., Заяць О. Підготовка до ЗНО: школа чи репетиторство? *Молодь і ринок*, 2018. №2 (157). С. 11-15.
14. *ЗНО з математики: особливості тесту 2022 року*. URL: <https://osvita.ua/test/training/5017/>
15. Семеніхіна О.В., Шамоія В.Г., Удовиченко О.М., Юрченко А.О. Проблема формування вмінь інтерпретувати «комп'ютерний» результат у підготовці вчителя фізико-математичного профілю. *Педагогіка вищої та середньої школи : Збірник наукових праць*, 2015. Вип. 46. С. 85-89.
16. *Український центр оцінювання якості освіти*. Офіційні звіти. URL: <https://testportal.gov.ua/ofzvit/>
17. Школьнік О.В. Про систему підготовки до зовнішнього незалежного оцінювання якості знань з математики. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 3: Фізика і математика у вищій і середній школі*, 2014. Вип. 13. С. 117-136.

References

1. Rudenko Yuliia, Naboka Olha, Korolova Larysa, Kozhukhova Khana, Kazakevych Olena, Semenikhina Olena. Online Learning With the Eyes of Teachers and Students in Educational Institutions of Ukraine. *TEM Journal*, 2021. Volume 10, Issue 2, P. 922-931, <https://doi.org/10.18421/TEM102-55>.
2. Rudenko, Yu. O., Semenikhina, O. V., Kharchenko, I. I., & Kharchenko, S. M. (2021). Distance Learning: Results Of A Survey Of Teachers And College Students. *Information Technologies and Learning Tools*, 86(6), 313-333. <https://doi.org/10.33407/itlt.v86i6.4343>
3. Sarfo, Jacob Owusu & García-Santillán, Arturo & Adusei, Henry & Molchanova, Violetta S. & Drushlyak, Marina & Semenikhina, Olena & Donyeh, Philip & Zand, Somayeh & Ashraf, Farzana & Malik, Najma & Ansah, Edward & Wongcharee, Hattaphan & Egara, Felix & Tipandjan, Arun & Cudjoe, Josephine & Azam, Uzma & Hassan, Mohammed Salah & Helmy, Mai & Vally, Zahir & Najafi, Reza. (2020). Gender Differences in Mathematics Anxiety Across Cultures: A Univariate Analysis of Variance Among Samples from Twelve Countries. *European Journal of Contemporary Education*, 9, 878-885. <https://doi.org/10.13187/ejced.2020.4.878>.
4. Semenikhina E., Drushlyak M., Bondarenko Yu., Kondratiuk S., Dehtiarova N. Cloud-based service GeoGebra and its use in the educational process: the BYOD-approach. *TEM JOURNAL – Technology, Education, Management, Informatics*, 2019. Vol.8, No.1. P. 65-72. <https://doi.org/10.18421/TEM81-08>.
5. Semenikhina O. V., Drushlyak M. G., Bondarenko Yu. A., Kondratiuk S. M., Ionova I. M. Open Educational Resources as a Trend of Modern Education. Proceedings of 42 International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics "MIPRO 2019", Opatija (Croatia), 20-24 may, 2019. P. 779 - 782.
6. Semenikhina O., Proshkin V., Drushlyak M. Mathematical knowledge control automation within dynamic mathematics programs. *E-learning and STEM Education* : Monograph. Scientific Editor Eugenia Smyrnova-Trybulska. Katowice-Cieszyn. 2019. P.224-240.
7. Semenikhina O., Yurchenko A., Sbruieva A., Kuzminskyi A., Kuchai O., Bida O. The Open Digital Educational Resources In IT-Technologies: Quantity Analysis. *Information technologies and learning tools*. Vol. 75. Issue 1. P.331-348. <https://doi.org/10.33407/itlt.v75i1.3114>.
8. Semenikhina, O., Yurchenko, A., Udovychenko, O., Petruk, V., Borozenets, N., & Nekyslykh, K. (2021). Formation Of Skills To Visualize Of Future Physics Teacher: Results Of The Pedagogical Experiment. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala*, 13(2), 476-497. <https://doi.org/10.18662/rrem/13.2/432>.
9. Semenikhina, O., Yurchenko, K., Shamoniia, V., Khvorostina, Y., Yurchenko, A. (2022). STEM-Education and Features of its Implementation in Ukraine and the World. Paper presented at the 2022 45th Jubilee International Convention on Information, Communication and Electronic Technology, MIPRO 2022 – Proceedings, 690-695. <https://doi.org/10.23919/MIPRO55190.2022.9803620>.
10. Semenikhina, O., Yurchenko, K., Shamoniia, V., Khvorostina, Y., Yurchenko, A. (2022). STEM-Education and Features of its Implementation in Ukraine and the World. Paper presented at the 2022 45th Jubilee International Convention on Information, Communication and Electronic Technology, MIPRO 2022 – Proceedings, 690-695. <https://doi.org/10.23919/MIPRO55190.2022.9803620>.

11. Udovychenko O., Chkana Ya., Yurchenko A., Khvorostina Yu. Introduction of didactic games in the educational process. *Fizyko-matematychna osvita*, 2019. Vypusk 4(22). Chastyna 2. URL: <https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/publ/8-1-0-621>
12. Yurchenko A., Drushlyak M., Sapozhnykov S., Teplytska S., Koroliova L., Semenikhina O. Using online IT-industry courses in the computer sciences specialists' training. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 2021. Vol. 21 No. 11 pp. 97-104. http://paper.ijcsns.org/07_book/202111/20211113.pdf.
13. Hladkevych M., Zaiats O. Pidhotovka do ZNO: shkola chy repetytorstvo? *Molod i rynek*, 2018. №2 (157). S. 11-15.
14. ZNO z matematyky: osoblyvosti testu 2022 roku. URL: <https://osvita.ua/test/training/5017/>
15. Semenikhina O.V., Shamonia V.H., Udovychenko O.M., Yurchenko A.O. Problema formuvannia vmin interpretuvaty «kompiuterniy» rezultat u pidhotovtsi vchytelia fizyko-matematychnoho profilii. *Pedahohika vyshchoi ta serednoi shkoly : Zbirnyk naukovykh prats*, 2015. Vyp. 46. S. 85-89.
16. *Ukrainskyi tsentr otsiniuvannia yakosti osvity*. Ofitsiini zvity. URL: <https://testportal.gov.ua/ofzvit/>
17. Shkolnyi O.V. Pro systemu pidhotovky do zovnishnoho nezalezhnogo otsiniuvannia yakosti znan z matematyky. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Serii 3: Fizyka i matematyka u vyshchii i serednii shkoli*, 2014. Vyp. 13. S. 117-136.