

УДК 378.6.091.27:53.01+510

DOI: <https://doi.org/10.17721/1029-4171.2026/1.4>

Вікторія ЦАНЬ, PhD у галузі «Мат. і стат.»,
вчитель математики вищої кат., старший вчитель
ORCID ID: 0000-0002-2748-9569
e-mail: viktoriaa.tsan@knu.ua
Український фізико-математичний ліцей
Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Олександр ЛИНЕЦЬ, вчитель математики вищої кат.
ORCID ID: 0009-0006-6846-7573
Український фізико-математичний ліцей
e-mail: lynets.oleksandr@gmail.com
Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Олексій ПЕЧЕРИЦЯ, PhD у галузі «Мат. і стат.»,
вчитель математики вищої кат., вчитель-методист
ORCID ID: 0000-0001-7016-9854
e-mail: oleksii.pecherytsia@knu.ua
Український фізико-математичний ліцей
Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

«ФІЗМАТКОЛАЙДЕР» ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ФОРМАТ ІНТЕГРОВАНИХ УЧНІВСЬКИХ ЗМАГАНЬ

Анотація. У статті представлено концепцію першого комплексного змагання «ФізМатКолайдер», проведеного 11–15 січня 2026 року командою Українського фізико-математичного ліцею Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Розглянуто концепцію змагання як інтегрованої моделі роботи з обдарованою молоддю, що поєднує індивідуальні та командні формати, математичні й фізичні дисципліни, теоретичні та експериментальні випробування. Проаналізовано структуру програми, зміст задач, педагогічний потенціал різних складових змагання.

Ключові слова: математичні змагання; фізико-математична освіта; обдарована молодь; олімпіадний та турнірний рух; математичні задачі.

1. Вступ

Система роботи з математично та природничо обдарованою молоддю в Україні має глибокі традиції та вагомі результати. Учнівські олімпіади, турніри, командні чемпіонати й інші інтелектуальні змагання впродовж десятиліть були важливим механізмом виявлення талановитих школярів, формування майбутньої наукової еліти держави та підтримки престижу фізико-математичної освіти.

Класичні олімпіади традиційно спрямовані на перевірку індивідуальної здатності учасника розв'язувати нестандартні задачі впродовж обмеженого часу. Особливостями участі у турнірах є тривала колективна дослідницька робота і публічний захист результатів у процесі наукової дискусії. На противагу турнірам

командні чемпіонати перевіряють швидкість мислення, тактичну гнучкість і здатність працювати в умовах дефіциту часу. Кожен із цих форматів має власну педагогічну цінність, але кожен окремо дає лише часткове уявлення про потенціал учасника.

Сучасна освіта дедалі більше потребує моделей, що поєднують предметну глибину з компетентнісним підходом. Уже недостатньо оцінювати лише правильність письмового розв'язання. Не менш важливими стають здатність працювати в команді, переконливо аргументувати власну позицію, слухати інших, аналізувати дані експерименту, швидко адаптуватися до нових умов та витримувати інтенсивне інтелектуальне навантаження. Саме тому актуальним є пошук нових форматів змагань для обдарованої молоді.

Таким форматом став комплексний турнір «ФізМатКолайдер», що відбувся 11–15 січня 2026 року в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. Подія об'єднала учасників із різних регіонів України, зокрема, з Києва, Львова, Дніпра, Кременчука та Вінниці, та стала прикладом інтегрованого підходу до організації інтелектуальних змагань.

Назва турніру є символічною. У фізиці *колайдер* є установкою, у якій зіткнення частинок дає змогу досліджувати фундаментальні закономірності природи. В освітньому контексті «ФізМатКолайдер» став простором інтелектуальної взаємодії, де зустрілися сильні команди, складні задачі з фізики та математики, різні стилі мислення, змагальний азарт і спільна повага до знань. Ідея турніру полягала у створенні середовища, де учні можуть проявити себе багатовимірно – як в індивідуальних змаганнях, так і як члени команди, доповідачі й опоненти, як експериментатори та відповідальні партнери у спільній інтелектуальній роботі.

2. Огляд формату змагання

Змагання проходило у двох лігах: молодшій – для учнів 8–9 класів та старшій – для учнів 10–11 класів. Такий поділ дозволив коректніше врахувати вікові особливості учасників і забезпечити належний рівень конкуренції. У першому турнірі взяли участь 77 учасників в молодшій лізі та 75 учасників у старшій лізі, загалом по 14 команд у кожній. До організації, перевірки робіт, підготовки задач, суддівства та методичного супроводу були залучені десятки фахівців. Серед них викладачі Українського фізико-математичного ліцею Київського національного університету імені Тараса Шевченка, команда «Online Physics School» на чолі з тренером збірної України з фізики, Заслуженим вчителем України Максимом Пашком, представники спільноти «Українські математичні олімпіади», доктор фізико-математичних наук, професор Київського національного університету імені Тараса Шевченка, багаторічний голова журі Всеукраїнської олімпіади з математики, лідер національної збірної України з математики Богдан Рубльов, та інші представники українського фізико-математичного олімпіадного руху. Уже сам масштаб першого заходу засвідчив високий інтерес освітньої спільноти до подібних форматів.

Програма турніру охоплювала п'ять днів інтенсивної роботи. Фізико-математична олімпіада відкривала змагальну частину турніру і була головним індивідуальним

випробуванням для учасників обох ліг. Її формат передбачав самостійну письмову роботу з окремими блоками задач з математики та фізики, що дозволяло комплексно оцінити рівень підготовки школярів.

Математична частина охоплювала геометрію, алгебру, комбінаторику, теорію чисел, задачі на інваріанти, оцінки та логічні конструкції. Частина завдань була близькою до класичного олімпіадного стилю, де ключову роль відіграє одна нетривіальна ідея, інші вимагали поєднання кількох методів або послідовного дослідження структури задачі.

Фізичний блок завдань був створений таким чином, щоб охопити максимальну кількість розділів шкільної фізики і бути цікавими і посилюючими не лише досвідченим олімпійцям, а й тим учням, хто тільки починає свій шлях в олімпіадах. Такий формат дозволяв виявити справжню глибину індивідуальної підготовки учасників.

Фізико-математичні бої стали центральною командною подією турніру. Після отримання комплекту задач команди мали обмежений час на колективну роботу, розподіл ролей, пошук розв'язань та підготовку доповідей. Надалі відбувалися безпосередньо бої, під час яких представник однієї команди представляв розв'язання, іншої – виступав опонентом, а журі оцінювало як математичну, так і фізичну коректність. У такому форматі перевіряються як знання, так і навички роботи в команді, коректність сприйняття зауважень, здатність швидко перебудовувати аргументацію та захищати власну позицію. Добір задач для боїв вимагав особливої уваги: вони мали бути достатньо доступними для початку роботи, але водночас містити простір для різних підходів, узагальнень, часткових просувань і змістовної полеміки. Їхні умови будуть опубліковані у щорічних збірниках Всеукраїнських математичних олімпіад (за ред. Б. В. Рубльова) та Всеукраїнських фізичних змагань (за ред. М. І. Пашка).

Змагання з фізичного експерименту мало практичну спрямованість і суттєво відрізнялося від письмових турів. Учасники працювали з реальним обладнанням, проводили серії вимірювань, будували таблиці та графіки, оцінювали похибки і формулювали висновки щодо явищ, які досліджувались. Завдання добиралися так, щоб перевірити вміння школярів поводитися з приладами, бачити залежності між величинами та критично аналізувати експериментальні дані. Це наближало конкурс до реальної наукової практики, де важливо уміти отримувати інформацію з дослідів та інтерпретувати її.

Чемпіонат з математики мав інший, динамічний, формат і був орієнтований на швидкість, точність та тактичне мислення. Учасники працювали з великою кількістю коротших задач, де важливими ставали оперативне розпізнавання ідеї, вміння не втрачати темп, раціонально розподіляти час та комбінувати кілька ідей в одному розв'язанні. Такий підбір дозволив перевірити технічну вправність, гнучкість мислення та здатність швидко знаходити структуру задачі. Чемпіонат став інтелектуально дуже насиченим етапом програми і гармонійно доповнив класичну олімпіаду та бої.

Підсумковий розподіл нагород будувався за багатокомпонентною системою. Окремо визначалися переможці в індивідуальних дисциплінах, командних змаганнях та загальному комплексному заліку. Такий підхід відповідав самій ідеї турніру: відзначити різнобічну силу учасників і команд. У загальному заліку враховувалися

результати різних форматів, що стимулювало стабільний виступ учасників упродовж усіх п'яти днів. Саме тому дипломи «ФізМатКолайдера» стали відзнакою не одного вдалого туру, а комплексної фізико-математичної підготовки високого рівня, витривалості та універсальності.

Особливу увагу привертає задачне наповнення турніру. Саме задачі визначають рівень будь-якого змагання, формують його репутацію та впливають на освітню цінність. Для «ФізМатКолайдера» були підготовлені комплекти задач із математики та фізики, авторами яких були члени журі фінального етапу Всеукраїнських олімпіад, тренери національних збірних з математики та фізики, а також випускники Українського фізико-математичного ліцею Київського національного університету імені Тараса Шевченка, які свого часу формували кістяк команд ліцею не лише на Всеукраїнських олімпіадах, а й представляли Україну на міжнародному рівні.

3. Задачі чемпіонату з математики

Наведемо кілька характерних прикладів завдань, що пропонувалися учасникам чемпіонату з математики. Формат цього змагання передбачав динамічну роботу з різноплановими завданнями, тому добір задач орієнтувався на глибину змісту та можливість швидко виявити математичну ідею, коректно реалізувати її та отримати завершене розв'язання у стислі часові терміни.

3.1. Теорія чисел

Завдання з теорії чисел охоплювали як класичні сюжети, так і оригінальні конструкції. Учасники працювали із задачами на подільність, алгоритм Евкліда, арифметику остач, діофантові рівняння, прості числа та числові оцінки. Такий тематичний добір дозволив перевірити технічну вправність, здатність швидко розпізнавати структуру задачі, знаходити ключову ідею та будувати строгі доведення.

Задача 1. (Олександр Линець). Знайдіть усі пари натуральних чисел m та n таких, що $m - n = 10$, а сума m та n дорівнює сумі найбільшого спільного дільника та найменшого спільного кратного чисел m та n .

Розв'язання. Нехай $d = \text{НСД}(m, n)$. Тоді $m = da$, $n = db$, де $\text{НСД}(a, b) = 1$. Оскільки $m + n = \text{НСД}(m, n) + \text{НСК}(m, n)$, маємо

$$da + db = d + dab.$$

Після ділення на d одержуємо $a + b = 1 + ab$, звідки $ab - a - b + 1 = 0$, тобто

$$(a - 1)(b - 1) = 0.$$

Оскільки $m - n = 10 > 0$, то $a > b$, тому $b = 1$.

Тоді з умови $m - n = 10$ маємо $da - d = 10$, або $d(a - 1) = 10$. Отже, d є додатним дільником числа 10. Перебираючи $d = 1, 2, 5, 10$, знаходимо відповідно

$$(a, n, m) \in \{(11, 1, 11), (6, 2, 12), (3, 5, 15), (2, 10, 20)\}.$$

Відповідь: (11; 1), (12; 2), (15; 5), (20; 10).

Задача 2. (КЖМО 2005, зі зміними). (Art of Problem Solving online, 2025). Знайдіть нескоротний дріб q зі знаменником, меншим за 2026, такий, що $q \neq \frac{9}{25}$, але q є найближчим до $\frac{9}{25}$.

Розв'язання. Нехай $q = \frac{m}{n}$, де $m, n \in \mathbb{N}$, НСД $(m, n) = 1$ та $n < 2026$. Тоді

$$A = \left| \frac{9}{25} - \frac{m}{n} \right| = \frac{|9n - 25m|}{25n}.$$

Потрібно знайти такі m і n , для яких величина A є найменшою.

Найменше можливе додатне значення чисельника $|9n - 25m|$ дорівнює 1. Розглянемо обидва випадки.

Якщо $9n - 25m = 1$, то розв'язки в натуральних числах мають вигляд

$$m = 9k + 5, \quad n = 25k + 14.$$

З умови $n < 2026$ маємо $25k + 14 < 2026$, звідки найбільше можливе значення k дорівнює 80. Тоді $m = 725$, $n = 2014$ і $A = \frac{1}{25 \cdot 2014}$.

Якщо $9n - 25m = -1$, то розв'язки мають вигляд

$$m = 9k + 4, \quad n = 25k + 11.$$

З умови $n < 2026$ маємо $25k + 11 < 2026$, звідки найбільше можливе значення k дорівнює 80. Тоді $m = 724$, $n = 2011$ і $A = \frac{1}{25 \cdot 2011}$.

Оскільки

$$A \geq \frac{2}{25n} > \frac{1}{25 \cdot 2026},$$

але $\frac{2}{25 \cdot 2026} > \frac{1}{25 \cdot 2014}$, тому такі дроби не є ближчими до $\frac{9}{25}$.

Відповідь: $\frac{725}{2014}$.

Задача 3. (*Andrew Kwon*). (Carnegie Mellon Informatics and Mathematics Competition, 2016). Знайдіть усі натуральні n , для яких існують прості числа p , q , r , що задовольняють рівність

$$p^n + q^2 = r^2.$$

Розв'язання. Маємо

$$p^n = r^2 - q^2 = (r - q)(r + q),$$

причому $r > q$.

Спочатку використаємо міркування парності. Якщо числа p, q, r непарні, то

$$p^n + q^n \equiv 1 + 1 \equiv 2 \pmod{4},$$

а квадрат непарного числа не може давати остачу 2 за модулем 4. Отже, одне з чисел a або b дорівнює 2.

Нехай $p = 2$. Тоді $2^n = (r - q)(r + q)$. Оскільки добуток дорівнює степеню двійки, обидва множники також є степенями двійки. Отже, існують $a < b$, для яких

$$r - q = 2^a, \quad r + q = 2^b.$$

Віднімаючи, дістаємо $2q = 2^b - 2^a$. Оскільки q – просте непарне число, мусить бути $a = 1$. Тоді

$$q = 2^{b-1} - 1, \quad r = 2^{b-1} + 1.$$

Позначимо $c = b - 1$. Маємо $q = 2^c - 1$, $r = 2^c + 1$. Якщо c непарне, то $2^c + 1$ ділиться на 3, а простим може бути при $c = 1$, де $q = 1$, що неможливо. Якщо $c > 2$ парне, то $2^c - 1$ ділиться на 3 і також не є простим. Отже, можливе лише $c = 2$. Тоді $q = 3$, $r = 5$, а з рівності $2^n = 25 - 9 = 16$ отримуємо $n = 4$.

Нехай тепер $q = 2$. Тоді $p^n = (r - 2)(r + 2)$. Оскільки добуток дорівнює степеню простого числа p , обидва множники мають бути степенями числа p : існують $a < b$, для яких

$$r - 2 = p^a, \quad r + 2 = p^b.$$

Віднімаючи, маємо $p^b - p^a = 4$, тобто

$$p^a(p^{b-a} - 1) = 4.$$

Якщо $p = 2$, то r було б парним простим числом, що неможливо. Отже, p непарне, а тому p^a є непарним дільником числа 4. Звідси $a = 0$, тобто $p^b - 1 = 4$. Маємо $p^b = 5$, звідки $p = 5$, $b = 1$, $r = 3$. Тоді $n = a + b = 1$. Перевірка:

$$5 + 4 = 9 = 3^2.$$

Отже, шуканими є лише два значення n .

Відповідь: $n = 1$, $n = 4$.

Задача 4. (Київська міська олімпіада 2006–2007, зі змінами). (Анікушин та ін., 2008).

Троє божевільних учених розірвали енциклопедію на три частини. Коли кожен із них подивився на останню сторінку свого шматка, з'ясувалося, що там були три трицифрових числа, в запису яких використовується дев'ять різних ненульових цифр. Скільки сторінок щонайбільше може мати шматок енциклопедії, що був розташований посередині?

Розв'язання. Нехай останні сторінки трьох шматків мають номери a, b, c , де $a < b < c$. Тоді кількість сторінок у середньому шматку дорівнює $b - a$.

Оскільки енциклопедію поділено на три частини по аркушах, остання сторінка кожного шматка має парний номер. Отже, числа a, b, c закінчуються парними цифрами. У записах цих трьох трицифрових чисел використано всі дев'ять ненульових цифр по одному разу.

Щоб різниця $b - a$ була якомога більшою, число a має бути якомога меншим, а число b – якомога більшим. Найменшу сотню для a дає цифра 1, сотню для b доцільно взяти рівною 8, оскільки число c має бути ще більшим за b , тому воно повинно починатися з 9.

Отже, для останніх цифр чисел залишаються парні цифри 2, 4, 6, а для середніх цифр – 3, 5, 7. Перевіряючи можливі варіанти розміщення цифр з урахуванням умов $a < b < c$, найбільшу різницю дає трійка:

$$a = 132, \quad b = 876, \quad c = 954.$$

Тоді середній шматок містить $876 - 132 = 744$ сторінки.

Відповідь: 744 сторінки.

Задача 5. (Київська міська олімпіада 2003–2004). (Лейфура та ін., 2008). Знайдіть усі натуральні n такі, що в десятковому записі чисел $6n$, $9n$, $13n$ усі цифри від 0 до 9 зустрічаються по одному разу.

Розв'язання. Усього в записах трьох чисел має бути 10 цифр. Оскільки $6n < 9n < 13n$, можливий лише випадок, коли числа $6n$ та $9n$ є трицифровими, а число $13n$ є чотирицифровим. Справді, якщо $13n$ було б не більш ніж трицифровим, загальна кількість цифр не перевищувала б 9, а якщо $13n$ було б п'ятицифровим, то разом із записами $6n$ та $9n$ цифр було б уже більше ніж 10.

Отже, маємо $100 \leq 9n$ та $13n < 10\,000$, а також $13n \geq 1\,000$. Звідси достатньо врахувати оцінку $77 \leq n \leq 111$.

Сума всіх цифр від 0 до 9 дорівнює 45. Тому число $6n + 9n + 13n = 28n$ має суму цифр, що ділиться на 9. Отже, $28n$ ділиться на 9, а оскільки 28 взаємно просте з 9, то n ділиться на 9.

У проміжку $77 \leq n \leq 111$ залишаються лише числа

$$81, \quad 90, \quad 99, \quad 108.$$

Перевірка показує, що умову задовольняє тільки $n = 81$:

$$6n = 486, \quad 9n = 729, \quad 13n = 1053.$$

У записах чисел 486, 729, 1 053 кожна з цифр від 0 до 9 трапляється рівно один раз.

Відповідь: 81.

Задача 6. (Примак Андрій, Київська міська олімпіада 2007–2008, зі змінами). (Анікушин та ін., 2010). На дошці по колу виписані послідовно в порядку зростання за рухом годинникової стрілки усі натуральні числа від 1 до 2026. Сашко обирає деяке записане число і витирає його. Далі послідовно за рухом годинникової стрілки пропускає одне число і витирає. Сашко робить так до тих пір, поки не залишиться останнє число. З якого числа треба почати, щоб на дошці залишилося число 67?

Розв’язання. Розглянемо спочатку допоміжний факт. Якщо по колу записано 2^k чисел і першим витерти число 1, а далі щоразу пропускати одне число і витирати наступне, то останнім залишиться число 2^k .

Справді, після першого проходу будуть витерті всі непарні числа: $1, 3, 5, \dots, 2^k - 1$. Залишаться тільки парні числа $2, 4, 6, \dots, 2^k$. Якщо поділити їх номери на 2, отримаємо таку саму задачу для 2^{k-1} чисел. За індукцією останнім серед них буде число 2^{k-1} , тобто в початковій нумерації залишиться 2^k .

Тепер повернемося до 2026 чисел. Найбільший степінь двійки, що не перевищує 2026, дорівнює 1024. Маємо $2026 = 1024 + 1002$.

Якщо першим витерти число 1, то після перших 1002 витирань фактично відбувається зсув задачі до випадку зі степенем двійки. Для задачі Йосифа з кроком 2 відомо, що при $N = 2^k + l$ останнім залишається число $2l$, якщо першим витирається число 1. У нашому випадку $l = 1002$, тому останнім залишилося б число

$$2 \cdot 1002 = 2004.$$

Отже, якщо починати з числа 1, останнім буде 2004.

Тепер урахуємо, що початкове число можна змінити. Якщо першим витирати не 1, а деяке число s , то вся картина просто циклічно зсувається. При старті з s число s відіграє роль числа 1, число $s + 1$ відіграє роль числа 2 і так далі по колу.

Оскільки при старті з 1 останнім є 2004, то при старті з s останнім буде число, яке стоїть на 2004-му місці від s за рухом годинникової стрілки. Треба, щоб це було 67.

Отже, число 67 має відповідати номеру 2004 у зсунутій нумерації. Тому стартове число має бути на 2003 позиції перед числом 67 по колу. Обчислюємо:

$$67 - 2003 = -1936.$$

Додаємо 2026 і отримуємо 90.

Перевіримо зсув: якщо $s = 90$, то число 90 має номер 1, число 91 має номер 2, а число 67 має номер 2004. Саме номер 2004 і залишається останнім.

Відповідь: треба почати з числа 90.

Задача 7. (*Київська міська олімпіада 2010–2011, зі змінами*). (Анікушин та ін., 2011). Задано число

$$N = 5^{2026} \cdot 2026^5.$$

Скільки існує натуральних дільників числа N^2 , які менші за N і при цьому не є дільниками N ?

Розв'язання. Оскільки $2026 = 2 \cdot 1013$, маємо

$$N = 5^{2026} \cdot 2026^5 = 2^5 \cdot 5^{2026} \cdot 1013^5.$$

Тоді

$$N^2 = 2^{10} \cdot 5^{4052} \cdot 1013^{10}.$$

Кількість натуральних дільників числа N^2 дорівнює

$$(10 + 1)(4052 + 1)(10 + 1) = 490413.$$

Серед цих дільників рівно один дорівнює N . Усі інші дільники розбиваються на пари d і $\frac{N^2}{d}$, причому один із них менший за N , а інший більший за N . Отже, кількість дільників числа N^2 , менших за N , дорівнює

$$\frac{490413 - 1}{2} = 245206.$$

Тепер порахуємо, скільки серед них є дільниками самого числа N . Кількість натуральних дільників числа N дорівнює

$$(5 + 1)(2026 + 1)(5 + 1) = 72972.$$

Серед них лише один дільник не менший за N , а саме саме число N . Тому дільників числа N , менших за N , є $72972 - 1 = 72971$.

Отже, кількість шуканих дільників числа N^2 , які менші за N , але не є дільниками N , дорівнює

$$245206 - 72971 = 172235.$$

Відповідь: 172235.

3.2. Алгебра

Окремий тематичний блок чемпіонату з математики становили задачі з алгебри. Такий вибір є природним, оскільки саме алгебра поєднує обчислювальну культуру, уміння працювати з тотожностями, бачити структуру виразів і досліджувати залежності між величинами. Для змагального формату алгебра особливо цінна тим, що в межах одного розділу можна запропонувати як задачі на швидке перетворення, так і завдання, що потребують глибокого аналізу та нестандартної ідеї.

Учасникам чемпіонату були запропоновані задачі, пов'язані з многочленами, рівняннями, нерівностями, властивостями числових послідовностей, симетричними виразами та раціональними перетвореннями. Частина завдань перевіряла технічну вправність і точність обчислень, інші вимагали побачити приховану структуру або вдало використати класичні методи алгебри.

Особливий інтерес становили задачі, у яких елементарне формулювання поєднувалося з неочевидним розв'язанням. Саме такі завдання найкраще виявляють математичну зрілість учасника, здатність експериментувати з виразами та переходити від окремих спостережень до загального висновку.

Наведемо кілька характерних прикладів задач алгебраїчного блоку.

Задача 8. (*Київська міська олімпіада 2010–2011, зі змінами*). (Анікушин та ін., 2011). Знайдіть усі значення параметра b , при яких для кожного x принаймні одна з функцій

$$f_1(x) = x^2 + 2026x + b \quad \text{чи} \quad f_2(x) = x^2 - 2026x + b$$

приймає додатне значення.

Розв'язання. При $x = 0$ маємо $f_1(0) = f_2(0) = b$. Тому при $b \leq 0$ обидві функції в точці $x = 0$ не є додатними, отже, такі значення b умову не задовольняють.

Нехай тепер $b > 0$. Для довільного x додамо значення обох функцій:

$$f_1(x) + f_2(x) = 2x^2 + 2b.$$

Оскільки $b > 0$, то $2x^2 + 2b > 0$ для кожного x . Отже, сума двох чисел $f_1(x)$ і $f_2(x)$ додатна, тому принаймні одне з них є додатним.

Таким чином, умову задачі задовольняють усі й тільки ті значення параметра, для яких $b > 0$.

Відповідь: $b > 0$.

Задача 9. (Київська міська олімпіада 2012–2013, зі змінами). Знайдіть усі строго спадні функції $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ такі, що для довільних дійсних x, y справджується рівність

$$f(x + f(y)) = f(x - y) + 1.$$

Розв'язання. Покладемо в заданій рівності $x = y$. Тоді отримаємо

$$f(y + f(y)) = f(0) + 1.$$

Права частина не залежить від y , тому значення $f(y + f(y))$ є сталим для всіх y . Оскільки функція f строго спадна, вона є ін'єктивною. Отже, вираз $y + f(y)$ також є сталим. Позначимо цю сталу через c . Маємо $y + f(y) = c$, тобто $f(y) = c - y$ для всіх $y \in \mathbb{R}$.

Підставимо $f(t) = c - t$ у початкову рівність. Ліва частина дорівнює

$$f(x + f(y)) = f(x + c - y) = c - (x + c - y) = -x + y.$$

Права частина дорівнює

$$f(x - y) + 1 = c - (x - y) + 1 = -x + y + c + 1.$$

Отже, для всіх x, y має виконуватися рівність $-x + y = -x + y + c + 1$, звідки $c = -1$. Тому $f(x) = -x - 1$.

Перевірка показує, що ця функція справді строго спадна і задовольняє умову задачі.

Відповідь: $f(x) = -x - 1$.

Задача 10. (Віталій Пінчук, Всеукраїнська олімпіада юних математиків 2007). (Анікушин та ін., 2010). Для деяких дійсних чисел x, y, z має місце рівність

$$\frac{1}{x - y} + \frac{1}{y - z} + \frac{1}{z - x} = \frac{3}{2}.$$

Які значення може приймати вираз

$$\frac{1}{(x-y)^2} + \frac{1}{(y-z)^2} + \frac{1}{(z-x)^2} ?$$

Розв'язання. Позначимо

$$B = \frac{1}{x-y} + \frac{1}{y-z} + \frac{1}{z-x} = \frac{3}{2}$$

та

$$A = \frac{1}{(x-y)^2} + \frac{1}{(y-z)^2} + \frac{1}{(z-x)^2}.$$

Тоді

$$B^2 = A + 2 \left(\frac{1}{(x-y)(y-z)} + \frac{1}{(x-y)(z-x)} + \frac{1}{(y-z)(z-x)} \right).$$

Перетворимо вираз у дужках:

$$\frac{1}{(x-y)(y-z)} + \frac{1}{(x-y)(z-x)} + \frac{1}{(y-z)(z-x)} = \frac{(z-x) + (y-z) + (x-y)}{(x-y)(y-z)(z-x)} = 0.$$

Отже, $B^2 = A$. Оскільки $B = \frac{3}{2}$, маємо

$$A = B^2 = \frac{9}{4}.$$

Залишається переконатися, що такі числа x, y, z існують. Наприклад, при $x = 2$, $y = 1$, $z = 0$ маємо $x - y = 1$, $y - z = 1$, $z - x = -2$, тому

$$\frac{1}{x-y} + \frac{1}{y-z} + \frac{1}{z-x} = 1 + 1 - \frac{1}{2} = \frac{3}{2}.$$

Тоді

$$A = 1 + 1 + \frac{1}{4} = \frac{9}{4}.$$

Відповідь: $\frac{9}{4}$.

Задача 11. (Андрій Анікушин, Всеукраїнська олімпіада юних математиків 2007). (Анікушин та ін., 2010). Відомо, що $|x + y| + |x - y| = 1$. Знайдіть найбільше значення виразу

$$x^2 - 6x + y^2 - 6y.$$

Розв'язання. Перетворимо заданий вираз:

$$x^2 - 6x + y^2 - 6y = (x - 3)^2 + (y - 3)^2 - 18.$$

Отже, потрібно максимізувати величину $(x - 3)^2 + (y - 3)^2$, тобто квадрат відстані від точки (x, y) до точки $(3, 3)$.

Рівність $|x + y| + |x - y| = 1$ задає квадрат. Справді, відомо, що

$$|x + y| + |x - y| = 2 \max\{|x|, |y|\},$$

тому з умови маємо

$$\max\{|x|, |y|\} = \frac{1}{2}.$$

Отже, точка (x, y) лежить на межі квадрата з вершинами

$$\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right), \quad \left(\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right), \quad \left(-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right), \quad \left(-\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right).$$

Найвіддаленішою від точки $(3, 3)$ є вершина $\left(-\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right)$. Тоді

$$(x - 3)^2 + (y - 3)^2 = \left(-\frac{1}{2} - 3\right)^2 + \left(-\frac{1}{2} - 3\right)^2 = \frac{49}{2}.$$

Тому найбільше значення початкового виразу дорівнює

$$\frac{49}{2} - 18 = \frac{13}{2}.$$

Відповідь: $\frac{13}{2}$.

Задача 12. (Київські відбори на Всеукраїнську олімпіаду з математики 2007, зі змінами). (Анікушин та ін., 2010). Знайдіть соту цифру числа $|x|$, якщо x – ціле число, що задовольняє рівність

$$\left| \dots \left| |x - 1| - 10 \right| - 10^2 \right| \dots - 10^{2025} \right| = 10^{2026}.$$

Розв'язання. Позначимо $a_0 = |x - 1|$ і для $k = 1, 2, \dots, 2025$ покладемо

$$a_k = |a_{k-1} - 10^k|.$$

За умовою задачі $a_{2025} = 10^{2026}$.

Будемо рухатися у зворотному напрямку. Маємо

$$|a_{2024} - 10^{2025}| = 10^{2026}.$$

Звідси формально $a_{2024} = 10^{2025} + 10^{2026}$ або $a_{2024} = 10^{2025} - 10^{2026}$. Другий варіант неможливий, бо він від'ємний. Отже,

$$a_{2024} = 10^{2025} + 10^{2026}.$$

Аналогічно на попередньому кроці:

$$|a_{2023} - 10^{2024}| = 10^{2025} + 10^{2026}.$$

Варіант $a_{2023} = 10^{2024} - (10^{2025} + 10^{2026})$ неможливий, тому

$$a_{2023} = 10^{2024} + 10^{2025} + 10^{2026}.$$

Продовжуючи цей процес, отримуємо

$$|x - 1| = 10 + 10^2 + \dots + 10^{2026}.$$

Тому

$$x = 1 + 10 + 10^2 + \dots + 10^{2026}$$

або

$$x = 1 - 10 - 10^2 - \dots - 10^{2026}.$$

У першому випадку $|x|$ є числом, у десятковому записі якого всі цифри дорівнюють 1:

$$|x| = \underbrace{111 \dots 111}_{2027 \text{ цифр}}.$$

У другому випадку

$$|x| = 10 + 10^2 + \dots + 10^{2026} - 1.$$

Це число має вигляд

$$\underbrace{111 \dots 111}_{2026 \text{ цифр}} 09.$$

У кожному з двох випадків сота цифра числа $|x|$ дорівнює 1.

Відповідь: 1.

3.3. Геометрія

Важливе місце в програмі чемпіонату з математики посідали задачі геометричного змісту. Геометрія традиційно є одним із найяскравіших і водночас найвибагливіших розділів олімпіадної математики, оскільки поєднує наочність із глибиною міркувань, вимагає точності побудови, уміння бачити конфігурацію в цілому та знаходити приховані зв'язки між її елементами.

Для змагального формату геометричні задачі мають особливу цінність. На відміну від багатьох алгебраїчних чи числових сюжетів, тут недостатньо лише виконати стандартні перетворення. Учасник повинен побачити правильну допоміжну побудову, вдало використати подібність трикутників, властивості кіл, симетрії, площі або кутові співвідношення. Саме тому геометричні задачі добре виявляють гнучкість мислення, просторову уяву та культуру доведення.

У чемпіонаті були представлені задачі на класичні конфігурації трикутника, кола, чотирикутника, відношення відрізків, площі, вписані та описані фігури. Частина завдань мала коротке елегантне розв'язання, інші вимагали послідовного аналізу кількох пов'язаних тверджень.

Особливий інтерес становлять задачі, у яких простий рисунок приховує нетривіальну ідею. Саме такі приклади найкраще демонструють красу геометрії як мови математичного мислення.

Наведемо кілька характерних задач геометричного блоку чемпіонату.

Задача 13. (Carnegie Mellon Informatics and Mathematics Competition, 2018). Нехай ABC – трикутник. На стороні AC обрані точки D та E так, що точка D належить відрізку AE . На стороні AB обрали точку F таку, що $EF \parallel BC$. Відрізки BD і EF перетинаються в точці X . Якщо $AD = 1$, $DE = 3$, $EC = 5$ і $EF = 4$, обчисліть FX .

Розв'язання. Маємо $AE = AD + DE = 4$ та $AC = AD + DE + EC = 9$ (рис. 1). Оскільки $EF \parallel BC$, то $\triangle AEF \sim \triangle ACB$. Звідси

$$\frac{EF}{BC} = \frac{AE}{AC},$$

тобто

$$BC = EF \cdot \frac{AC}{AE} = 4 \cdot \frac{9}{4} = 9.$$

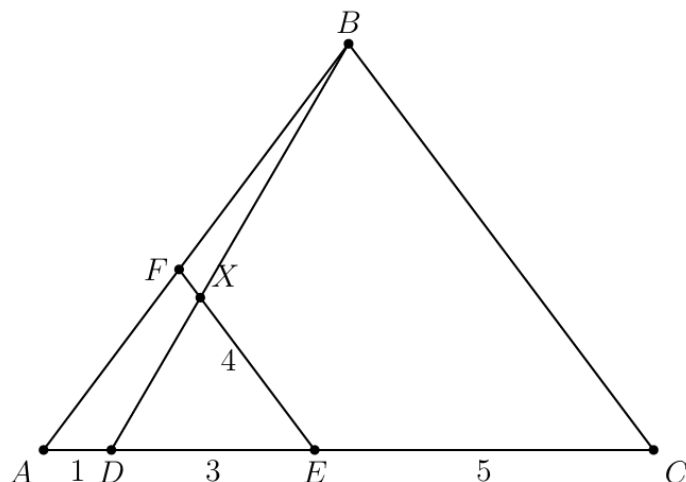


Рис. 1. Трикутник ABC

Крім того, оскільки $EX \parallel CB$, то $\triangle DEX \sim \triangle DCB$. Маємо $DE = 3$ та $DC = DE + EC = 8$, тому

$$\frac{EX}{BC} = \frac{DE}{DC} = \frac{3}{8}.$$

Отже,

$$EX = 9 \cdot \frac{3}{8} = \frac{27}{8}.$$

Тоді

$$FX = EF - EX = 4 - \frac{27}{8} = \frac{5}{8}.$$

Відповідь: $\frac{5}{8}$.

Задача 14. (Георгій Жилінський). У трикутник ABC з кутом $A = 30^\circ$ та стороною $BC = 8$ вписали коло, яке дотикається до сторін AC та AB в точках E і F відповідно. Нехай M – середина відрізка BC , а точка H – проекція M на EF . Знайдіть довжину відрізка HM .

Розв'язання. Опустимо з точок B і C перпендикуляри на пряму EF . Нехай p – півпериметр трикутника ABC (рис. 2). Оскільки коло дотикається до сторін AB і AC у точках F та E , маємо $BF = p - AC$ і $CE = p - AB$.

Оскільки $\angle A = 30^\circ$, а точки дотику E і F лежать на сторонах кута при вершині A , пряма EF перпендикулярна до бісектриси кута A . Тому кут між стороною трикутника та

перпендикуляром до EF дорівнює 15° . Звідси відстані від точок B і C до прямої EF дорівнюють відповідно $BF \cos 15^\circ$ та $CE \cos 15^\circ$.

За умовою M – середина відрізка BC . Відтак відстань від M до прямої EF дорівнює середньому арифметичному відстаней від точок B і C до цієї прямої. Отже,

$$MH = \frac{BF \cos 15^\circ + CE \cos 15^\circ}{2}.$$

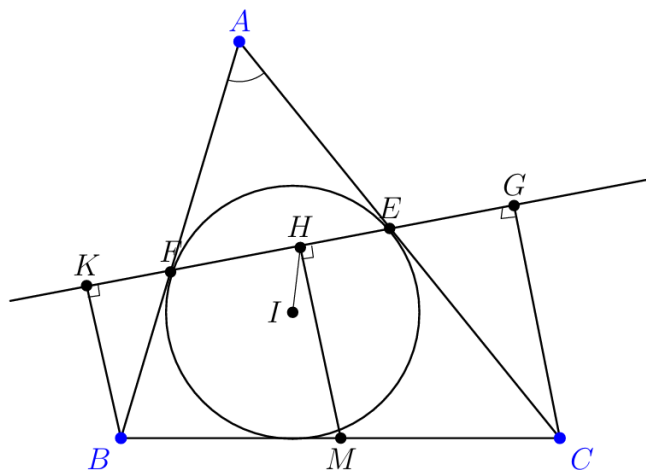


Рис. 2. Трикутник ABC

Тоді $2MH = (BF + CE) \cos 15^\circ$. Але

$$BF + CE = (p - AC) + (p - AB) = 2p - (AB + AC) = BC = 8.$$

Тому $MH = 4 \cos 15^\circ$. Оскільки

$$\cos 15^\circ = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4},$$

маємо

$$MH = \sqrt{6} + \sqrt{2}.$$

Відповідь: $\sqrt{2} + \sqrt{6}$.

3.4. Комбінаторика

Помітне місце в програмі чемпіонату посідали задачі з комбінаторики. Цей розділ математики особливо цінний для змагального формату, оскільки вимагає не стільки обчислювальної техніки, скільки вміння аналізувати структуру множин, знаходити закономірності, будувати конструкції та оцінювати кількість можливих варіантів.

Комбінаторні задачі традиційно вирізняються великою різноманітністю методів. Учасники могли застосовувати принцип Діріхле, подвійний підрахунок, інваріанти, рекурентні співвідношення, розфарбування, комбінаторні оцінки, графові інтерпретації та елементи теорії ймовірностей. Часто навіть коротко сформульована задача потребує нетривіальної ідеї, а не механічного використання відомої формули.

Наведемо кілька характерних прикладів задач комбінаторичного блоку.

Задача 15. (*Київська міська олімпіада 2012–2013*). (Анікушин та ін., 2014). На дошці записані числа $1, 2, 3, \dots, 2026$. Сергій обирає довільні два із записаних чисел a, b та записує замість них число $|a - b|$. Після 2025-ї такої операції на дошці залишиться одне число. Яке найбільше число при цьому може залишитися?

Розв'язання. Кожне число, що з'являється на дошці в будь-який момент, не перевищує 2026, адже воно утворюється як модуль різниці двох уже наявних чисел.

Крім того, число $|a - b|$ має таку саму парність, як і число $a + b$. Тому під час кожної операції парність суми всіх чисел, записаних на дошці, не змінюється.

На початку на дошці записані числа $1, 2, 3, \dots, 2026$. Серед них є 1013 непарних і 1013 парних чисел, тому початкова сума є непарною. Отже, і останнє число на дошці має бути непарним. Тому найбільше можливе число не може дорівнювати 2026, і воно не перевищує 2025.

Покажемо, що число 2025 справді може залишитися. Розіб'ємо числа на пари

$$(2, 3), \quad (4, 5), \quad \dots, \quad (2024, 2025), \quad (1, 2026).$$

Після застосування операції до перших 1012 пар отримаємо 1012 одиниць, а з пари $(1, 2026)$ отримаємо число 2025.

Далі розіб'ємо отримані 1012 одиниць на 506 пар. Кожна пара $(1, 1)$ дає число 0. Після цього всі нулі можна послідовно об'єднувати з числом 2025, оскільки

$$|2025 - 0| = 2025.$$

Отже, в кінці на дошці може залишитися число 2025.

Відповідь: 2025.

Задача 16. (*Robert Trosten*). (Carnegie Mellon Informatics and Mathematics Competition, 2024). Майк кидає п'ять гральних костей із відповідно 4, 6, 8, 12 і 20 гранями (кожна грань кості пронумерована від 1 до k , де k – кількість її граней). Скількома різними способами може випасти фул-хаус (три однакові числа і два інших однакових числа)?

Однакові числа, що випадають на різних костях, вважаються різними фул-хаусами, тому комбінації $(1, 1, 1, 2, 2)$ і $(2, 2, 1, 1, 1)$ обидві зараховуються.

Розв'язання. Розглянемо найменшу за кількістю граней кость серед тих, на яких випало число, що утворює трійку.

Якщо цією костью є восьмигранник, то трійка може випасти лише на костях із 8, 12 і 20 гранями. Число для трійки можна вибрати 8 способами. Пара тоді утворюється на костях із 4 і 6 гранями, тому число для пари можна вибрати 4 способами. Оскільки числа у трійці та парі мають бути різними, отримуємо $4 \cdot 7$ способів.

Якщо найменшою костью у трійці є шестигранник, то число для трійки можна вибрати 6 способами, а число для пари – 4 способами. Знову відкидаємо випадки, коли ці числа однакові. Тому маємо $4 \cdot 5$ способів.

Якщо найменшою костью у трійці є тетраедр, тобто кость із 4 гранями, то число для трійки можна вибрати 4 способами. Найменшою костью у парі може бути кость із 6, 8 або 12 гранями. Відповідно число для пари можна вибрати 6, 8 або 12 способами, але воно має відрізнятися від числа у трійці. Тому маємо

$$4 \cdot 5 + 4 \cdot 7 + 4 \cdot 11 = 4 \cdot 23$$

способи.

Додаємо всі випадки:

$$4 \cdot 7 + 4 \cdot 5 + 4 \cdot 23 = 28 + 20 + 92 = 140.$$

Отже, кількість таких фул-хаусів дорівнює 140.

Відповідь: 140.

Задача 17. (Олесь Гордійчук). Під час плавання Одисей з командою опинився на дивному архіпелазі, що складається з N островів. Між ними прокладено K мостів так, що між двома островами є не більше одного мосту. Посейдон із Зевсом грають у гру. Спочатку Посейдон обирає два острови. На одному з цих островів Зевс розміщує Одисея, на іншому – Пенелопу, і ходить першим. За свій хід Зевс може змусити Одисея пройти по мосту на інший острів. Посейдон у свій хід руйнує один з мостів. Зевс виграє, якщо Одисей дістанеться острова Пенелопи, а Посейдон – якщо ні. При якому найбільшому значенні K для кожного заданого значення N Посейдон гарантовано виграє?

Розв'язання. Максимальна можлива кількість мостів між N островами дорівнює

$$\frac{N(N-1)}{2}.$$

Якщо мостів саме стільки, то кожні два острови з'єднані мостом. Тоді, які б два острови не обрав Посейдон, Зевс розмістить Одисея на одному з них, Пенелопу на іншому, і вже першим ходом Одисей зможе перейти до Пенелопи. Отже, при

$$K = \frac{N(N-1)}{2}.$$

Посейдон гарантовано не має перемоги.

Покажемо, що якщо мостів хоча б на один менше, то Посейдон може виграти. Якщо

$$K \leq \frac{N(N-1)}{2} - 1,$$

то існують принаймні два острови, між якими немає мосту. Саме ці два острови Посейдон і обирає на початку гри. Зевс розміщує Одиссея на одному з них, а Пенелопу – на іншому.

Оскільки між цими двома островами немає мосту, Одиссей не може дістатися Пенелопи першим ходом. Далі Посейдон діє так: якщо після чергового ходу Зевса Одиссей опинився на острові, який з'єднаний мостом з островом Пенелопи, Посейдон руйнує саме цей міст. Оскільки між двома островами є не більше одного мосту, після цього Одиссей не зможе перейти з поточного острова безпосередньо до Пенелопи.

Таким чином, перед кожним ходом Зевса острів, на якому перебуває Одиссей, не з'єднаний мостом з островом Пенелопи. Отже, Одиссей ніколи не зможе дістатися Пенелопи, і Посейдон гарантовано виграє.

Відповідь: $\frac{N(N-1)}{2} - 1$.

4. Висновки

З педагогічного погляду комплексний характер турніру є надзвичайно цінним. Він дозволяє побачити учня не одновимірно, а в різних ситуаціях інтелектуальної діяльності. Один учасник може блискуче працювати в індивідуальному письмовому турі, інший виявляє себе як сильний стратег команди, третій має талант до публічного захисту ідей, четвертий особливо успішний в експериментальній роботі. У сукупності це створює значно повнішу картину індивідуальних здібностей школярів та синергетичного ефекту від поєднання зусиль у командній роботі.

Перший «ФізМатКолайдер» мав також важливий суспільний вимір. Турнір відбувався в умовах повномасштабної війни, постійних безпекових викликів, складної логістики та психологічної напруги. Сам факт прибуття десятків команд до Києва став свідченням довіри до організаторів і водночас доказом того, що українське суспільство не відмовляється від розвитку науки й освіти навіть у найважчі часи.

Окремого значення набуває той факт, що турнір відбувався в очному форматі. Для сучасного покоління школярів значна частина навчального досвіду припала на роки пандемічних обмежень, тривалого дистанційного навчання та вимушених онлайн-комунікацій, а згодом і на період воєнних викликів. За цих умов жива інтелектуальна взаємодія стала особливо цінною. Саме офлайн-змагання дають можливість відчувати справжню атмосферу наукового суперництва, негайно реагувати на аргументи

опонента, злагоджено працювати в команді в реальному часі, навчатися культури академічної дискусії та переживати спільний успіх або поразку як важливий досвід особистісного зростання. Безпосереднє спілкування між учасниками з різних регіонів також сприяє формуванню горизонтальних зв'язків у майбутній академічній спільноті України.

Для багатьох школярів це була можливість уперше за тривалий час зустрітися наживо із ровесниками, які поділяють любов до математики та фізики, побачити інший рівень задач, відчути жваву конкуренцію й академічну спільноту.

Перший досвід проведення «ФізМатКолайдера» дає підстави говорити про значний потенціал цього формату як нової змагальної традиції. Поєднання індивідуальних і командних випробувань, математичних та фізичних дисциплін, високого рівня задач і сучасної організаційної культури робить турнір чудовим майданчиком для розвитку талановитої молоді, обміну досвідом між учасниками та формування спільноти учнів, які зацікавлені в науці, дослідженнях і командній роботі. У перспективі можливими є розширення географії учасників, запровадження регіональних відбіркових етапів, створення молодших ліг, міжнародна участь команд-партнерів, публікація щорічних збірників задач та методичних матеріалів. Якщо розвиток змагання буде послідовним, «ФізМатКолайдер» може посісти помітне місце в календарі українських інтелектуальних подій і стати знаковим майданчиком для зустрічі найсильніших юних математиків і фізиків країни.

Внесок авторів

Вікторія Цань – оригінальний текст статті; Олександр Линець – аналіз джерел, підготовка текстів задач чемпіонату з математики та їхніх розв'язань; Олексій Печериця – концептуалізація ідеї статті, перевірка, адаптація та коректура остаточного тексту.

Джерела фінансування

Ця робота не отримала жодного гранту від фінансових установ у державному, комерційному чи некомерційному секторах.

Список використаних джерел

Анікушин, А. В., Арман, А. Р. та ін. (2008). Математичні олімпіадні змагання школярів. 2006–2007: навч.-метод. посіб. Літера ЛТД.

Анікушин, А., Арман, А., Білокопитов, Є. та ін. (2010). Математичні олімпіадні змагання школярів України: 2007–2008 та 2008–2009: навч.-метод. посіб. (Б. В. Рубльов, Ред.). Каменярь.

Анікушин, А. В. та ін. (2011). Математичні олімпіадні змагання школярів України. 2010–2011: навч.-метод. посіб. (Б. В. Рубльов, Ред.). Гімназія.

Анікушин, А. В., Ківва, Б. С., Клурман, О. О. та ін. (2014). Математичні олімпіадні змагання школярів України: 2012/13 навч. рік: навч.-метод. посіб. (Б. В. Рубльов, Ред.). Гімназія.

Лейфура, В. М., Мітельман, І. М., Радченко, В. М., & Ясінський, В. А. (2008). Математичні олімпіади школярів України: 2001–2006 рр. Каменярь.

Art of Problem Solving. (n.d.). *Community* (c868170). <https://artofproblemsolving.com/community/c868170>

Carnegie Mellon Informatics and Mathematics Competition. (2016). Number theory. https://cmimc.com/archive/cmimc2016/2016_NumberTheory.pdf

Carnegie Mellon Informatics and Mathematics Competition. (2018). Geometry. https://cmimc.com/archive/cmimc2018/2018_Geometry.pdf

Carnegie Mellon Informatics and Mathematics Competition. (2024). CMIMC 2024 *combinatorics and computer science*. https://cmimc.com/archive/cmimc2024/CMIMC_2024_COMBO-CS.pdf

References

Anikushyn, A. V., Arman, A. R. et al. (2008). *Matematychni olimpiadni zmagannia shkoliariv. 2006–2007: navch.-metod. posib.* [Mathematical olympiad competitions for schoolchildren. 2006–2007: Educational and methodical manual]. Litera LTD. [in Ukrainian]

Anikushyn, A., Arman, A., Bilokopytov, Ye. et al. (2010). *Matematychni olimpiadni zmagannia shkoliariv Ukrainy: 2007–2008 ta 2008–2009: navch.-metod. posib.* [Mathematical olympiad competitions for schoolchildren of Ukraine: 2007–2008 and 2008–2009: Educational and methodical manual] (B. V. Rublov, Ed.). Kameniar. [in Ukrainian]

Anikushyn, A. V. et al. (2011). *Matematychni olimpiadni zmagannia shkoliariv Ukrainy. 2010–2011: navch.-metod. posib.* [Mathematical olympiad competitions for schoolchildren of Ukraine. 2010–2011: Educational and methodical manual] (B. V. Rublov, Ed.). Gimnaziya. [in Ukrainian]

Anikushyn, A. V., Kivva, B. S., Klurman, O. O. et al. (2014). *Matematychni olimpiadni zmagannia shkoliariv Ukrainy: 2012/13 navch. rik: navch.-metod. posib.* [Mathematical olympiad competitions for schoolchildren of Ukraine: 2012/13 academic year: Educational and methodical manual] (B. V. Rublov, Ed.). Gimnaziya. [in Ukrainian]

Art of Problem Solving. (n.d.). Community (c868170). <https://artofproblemsolving.com/community/c868170>

Carnegie Mellon Informatics and Mathematics Competition. (2016). Number theory. https://cmimc.com/archive/cmimc2016/2016_NumberTheory.pdf

Carnegie Mellon Informatics and Mathematics Competition. (2018). Geometry. https://cmimc.com/archive/cmimc2018/2018_Geometry.pdf

Carnegie Mellon Informatics and Mathematics Competition. (2024). CMIMC 2024 *combinatorics and computer science*. https://cmimc.com/archive/cmimc2024/CMIMC_2024_COMBO-CS.pdf

Leifura, V. M., Mitelman, I. M., Radchenko, V. M., & Yasynskyi, V. A. (2008). *Matematychni olimpiady shkoliariv Ukrainy: 2001–2006.* [Mathematical olympiads for schoolchildren of Ukraine: 2001–2006]. Kameniar. [in Ukrainian]

Отримано редакцією журналу: 20.04.2026

Прийнято до публікації: 19.06.2026

Опубліковано: 30.07.2026

**Viktoriia TSAN, PhD in Mathematics and Statistics,
Teacher of Mathematics of Higher Category,
ORCID ID: 0000-0002-2748-9569
e-mail: viktoriia.tsan@knu.ua
Ukrainian Physics and Mathematics Lyceum
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine**

**Oleksandr LYNETS, Teacher of Mathematics of Higher Category,
ORCID ID: 0000-0006-6846-7573
e-mail: lynets.oleksandr@gmail.com
Ukrainian Physics and Mathematics Lyceum
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine**

**Oleksii PECHERYTSIA, PhD in Mathematics and Statistics,
Teacher of Mathematics of Higher Category, Teacher-Methodist
ORCID ID: 0000-0001-7016-9854
e-mail: oleksii.pecherytsia@knu.ua
Ukrainian Physics and Mathematics Lyceum
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine**

“PHYSMATHCOLLIDER” AS AN INNOVATIVE FORMAT OF INTEGRATED STUDENT COMPETITIONS

Abstract. *The article presents the concept of the first comprehensive competition "PhysMathCollider", held on January 11–15, 2026 by the team of the Ukrainian Physics and Mathematics Lyceum of Taras Shevchenko National University of Kyiv. The concept of the competition as an integrated model of work with gifted youth, combining individual and team formats, mathematical and physical disciplines, theoretical and experimental tests, is considered. The structure of the program, the content of the tasks, the pedagogical potential of various components of the competition are analyzed.*

Keywords: *mathematical competitions; physics and mathematics education; gifted youth; olympiad and tournament movement; mathematical problems.*

Received: 20.04.2026

Accepted for publication: 19.06.2026

Published: 30.07.2026