

УДК 373.5.016:53

Учнівські олімпіади як шлях розвитку критичного мислення**Ю. Доготар,**

методист лабораторії упровадження освітніх інновацій,
викладач кафедри методики викладання навчальних предметів,
комунальний заклад «Житомирський обласний інститут
післядипломної педагогічної освіти» Житомирської обласної ради
e-mail: dogotar.57@gmail.com

Сучасний етап розвитку освітньої системи України, що визначається впровадженням Концепції «Нова українська школа» та оновленням професійних стандартів педагогічної діяльності, вимагає переосмислення підходів до виявлення, підтримки та розвитку обдарованої молоді. У цьому контексті особливої ваги набувають Всеукраїнські учнівські олімпіади з фізики та астрономії. Ці інтелектуальні змагання вже давно вийшли за межі традиційного формату перевірки теоретичних знань, перетворившись на дієвий інструмент розвитку дослідницьких навичок, критичного мислення та STEM-компетентностей. Реформування освіти ставить за мету формування в учнів цілісного наукового світогляду та здатності застосовувати знання для вирішення реальних практичних і технологічних завдань. Фізика та астрономія, як фундаментальні науки про природу та Всесвіт, є основою для розвитку інженерного мислення та інноваційної свідомості.

Пропонуємо читачам аналіз другого етапу Всеукраїнських олімпіад з фізики та астрономії у нашій області, який виявив низку системних проблем у рівні навчальних досягнень учнів з відповідними висновками та рекомендаціями.

I. Загальна характеристика результатів

У олімпіаді взяли участь учні 10-х та 11-х класів. Змагання проводилися у два тури:

1. Теоретичний тур (розв'язування задач).
2. Практичний (експериментальний) тур (тестування та виконання практичних вправ).

Аналіз протоколів свідчить про загальний низький рівень виконання завдань, особливо в теоретичному турі. Більшість учасників набрали менше 30% від максимально можливої кількості балів. Значна частина робіт оцінена у 0–3 бали за теоретичний тур, що вказує на недостатню сформованість навичок застосування фізико-астрономічних законів у нових ситуаціях.

II. Аналіз виконання завдань по класах

10 клас

Статистика:

Максимальний результат: 19,5 балів (із 80 можливих).

Середній бал: вкрай низький, більшість учасників отримали за теоретичний тур 1–3 бали.

Найскладніші етапи: теоретичний тур виявився непосильним для більшості. Учасники краще впоралися з тестами та окремими елементами практичного туру.

Типові помилки та аналіз завдань:

1. Завдання 1 (теоретичне) «Умови видимості зір (Фомальгаут і Арктур)»

Суть задачі: визначити діапазон широт, де можна спостерігати обидві зорі.

Типові помилки: учні не знають або не вміють застосовувати умову видимості світил ($\delta - 90^\circ < \phi < 90^\circ + \delta$). Багато хто намагався вгадати широту замість розв'язання нерівностей. Часто ігнорується, що зорю можна бачити не тільки в зеніті, а й біля горизонту.

2. Завдання 2 (теоретичне/практичне) «Німа карта (Жартівник)»

Суть задачі: ідентифікувати 5 замальованих зір на карті без ліній сузір'їв.

Типові помилки: слабка орієнтація на зоряному небі. Учні звикли до карт з підписаними сузір'ями та лініями («скелетами»), тому не можуть впізнати характерні конфігурації яскравих зір (астеризми) без підказок.

3. **Експериментальний тур (Тести та розрахунки)**

Результати дещо кращі (наприклад, оцінки 7, 8, 10 балів), що свідчить про наявність базових знань, які учні можуть відтворити у тестовому форматі, але не можуть синтезувати у повноцінний розв'язок задачі.

11 клас

Статистика:

Максимальний результат: 29 балів (із 80).

Розподіл балів: спостерігається значний розрив між теоретичним та практичним туром. Наприклад, деякі учні отримали 10–14 балів за практику, але лише 1–4 бали за теорію.

Типові помилки та аналіз завдань:

Завдання 1 (теоретичне) «Кульмінації у Києві»

Суть задачі: знайти відстань між пунктами, де зорі перебувають у зеніті, знаючи їх висоту у верхній та нижній кульмінації в Києві.

Типові помилки: плутанина у формулах висоти світила у верхній ($h = 90^\circ - \phi + \delta$) та нижній ($h = \phi + \delta - 90^\circ$) кульмінаціях.

Геометричні помилки: учні знаходять широти, де зорі в зеніті ($\phi_{zen} = \delta$), але забувають, що якщо одна зоря – у верхній кульмінації, а інша – у нижній в той самий момент, то вони знаходяться на протилежних меридіанах (різниця довгот 180° або 12 годин), або ж помиляються у розрахунку відстані по дузі великого кола.

Завдання 2 (карта): аналогічно до 10 класу, ідентифікація зір викликала труднощі.

Практичний тур: найвищі бали учасники отримали саме тут (до 19 балів). Це свідчить, що учні краще справляються з конкретними, алгоритмічними завданнями (робота з рухомою картою, визначення координат), ніж з комплексними теоретичними викладками.

III. Висновки та рекомендації

Результати олімпіади засвідчили, що основною проблемою є відсутність навичок **математичного моделювання астрономічних явищ**. Учні володіють фактологічним матеріалом (тести), але «губляться», коли потрібно застосувати геометрію сфери або фізичні закони.

Рекомендації вчителям астрономії та керівникам гуртків:

1. Посилення математичної складової.

Приділити особливу увагу сферичній астрономії. Учні повинні вільно оперувати поняттями «небесна сфера», «горизонтальна та екваторіальна системи координат», «висота полюса світу». Розв'язувати задачі на умови видимості світил на різних широтах (не тільки для своєї місцевості).

2. Робота з «німими» картами.

Впровадити вправи з розпізнавання ділянок неба без ліній сузір'їв. Використовувати програми-планетарії (Stellarium) з відключеними лініями для тренування візуальної пам'яті.

3. Аналіз фізики явищ.

Не обмежуватися підстановкою чисел у формули. Вчити учнів робити малюнок до задачі (особливо для кульмінацій та небесної сфери), що допоможе уникнути помилок зі знаками та кутами.

4. Підготовка до практичного туру.

Відпрацювати навички роботи з накладними та рухомими картами зоряного неба, визначення ефемерид.

5. Психологічна підготовка.

Вчити учнів не залишати завдання без відповіді. Навіть частковий запис формул або малюнок може принести бали, на відміну від пустих аркушів, які масово зустрічалися в теоретичному турі.

II етап Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

Всеукраїнська учнівська олімпіада з фізики є важливим інструментом для виявлення обдарованої молоді, здатної застосовувати фундаментальні закони природи для розв'язання складних технічних та дослідницьких задач.

В олімпіаді, що проходила 18 лютого 2026 року, взяли участь 30 учнів 8 класу закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО) Житомирської області.

II етап Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики проводився в два тури. На теоретичному турі учасникам було запропоновано 4 завдання з курсу фізики середньої школи. Кожне завдання оцінювалося максимум у 10 балів, тому можна

було набрати до 40 балів. На експериментальному турі була запропонована одна комплексна задача, за яку можна було набрати максимум 15 балів. Таким чином учасники могли набрати до 55 балів. Кожне із запропонованих завдань відповідало діючим програмам з фізики 7–11 класів для ЗЗСО та фактично вивченому матеріалу на момент проведення олімпіади.

Максимальна кількість набраних балів становила 43 (1 учасник), мінімальна – 4 (1 учасник). Переможцями олімпіади стали 16 учасників (53,3%), які набрали не менше 18 балів. З них дипломами I ступеня нагороджені 2 учасники (6,7%, 40–43 бали), дипломами II ступеня – 6 учасників (20%, 32–38 балів), дипломами III ступеня – 8 учасників (26,7%, 18–29 балів).

Нижче наведено аналіз кожного завдання.

Теоретичний тур

Завдання 1 «Відро піску»

Завдання пов'язане з темою «Взаємодія тіл. Сила». Воно відповідає програмам з фізики 7–8 класів. Максимальну кількість балів 10 (з 10 можливих за задачу) за неї набрали 6 учасників (20%), мінімальні 0 балів – 2 учасники (6,7%). Від 6 до 10 (більше половини з можливих) одержали 12 учасників (40%).

Учні успішно впоралися з частиною А – Пояснення, чому середня густина сухого піску (відношення маси сухого піску у відрі до об'єму відра) не дорівнює густині речовини піщинок. Більшість учасників справилась із частиною Б при визначенні маси порожнього відра. При отриманні неправильних результатів у частинах А–Б неможливо було надати правильну відповідь на частину В – визначення частки об'єму відра, що займають самі піщинки.

Завдання 2 «З грибами за автобусом»

Завдання охоплює теми розділу «Механічний рух» та відповідає програмі з фізики 7 класу ЗЗСО. Максимальну кількість балів 10 за неї набрали 3 учасники (10%), мінімальний 1 бал – 3 учасники (10%). Від 6 до 10 одержали 8 учасників (26,7%).

Більшість учнів змогла знайти мінімальний час, за який Євген може потрапити на трасу (пункт А). Труднощі викликало визначення стежки, зокрема математичне обґрунтування, щоб мати більше шансів «перехопити» автобус (пункт Б).

Завдання 3 «Всюди перешкоди!»

Завдання базується на темах розділу «Взаємодія тіл. Сила» та програмі курсу фізики ЗЗСО 7 класу. Максимальну кількість балів 9 (найвищий результат) за неї набрав 1 учасник (3,3%), мінімальні 0 балів – 14 учасників (46,7%). Від 6 до 10 одержали 12 учасників (40%).

Учні мали труднощі з розумінням законів гідростатики та умов рівноваги у рідинах.

Завдання 4 «Мостовий кран»

Завдання пов'язане з темами розділу «Механічна робота та енергія». Відповідає програмі з фізики 7 класу ЗЗСО. Максимальну кількість балів 8 (найвищий результат) за неї набрали 2 учасники (6,7%), мінімальні 0 балів – 10 учасників (33,3%). Від 6 до 10 одержали 4 учасники (13,3%).

Учасники мали труднощі у правильному відображенні сил і визначенні моментів сил. Більшість, хто розв'язав задачу правильно, справилась із визначенням максимальної потужності. Частина учасників не надали розв'язок даної задачі.

Експериментальний тур

Завдання 1.

Завдання пов'язане з темами розділу «Теплові явища» та відповідає програмі з фізики 8 класу ЗЗСО.

Статистика: максимальну кількість балів 13 (з 15 можливих) за неї набрав 1 учасник (3,3%), мінімальний 1 бал – 4 учасники (13,3%), 2 учасники (6,7%) не здали роботи. Від 8 до 15 балів одержали 11 учасників (36,7%).

Більшість учасників визначила за графіками температуру плавлення зразків та вказали, якими могли бути метали, з яких виготовлено зразки. Проте виникли значні труднощі з визначенням маси зразка А. Більшість правильно проаналізувала джерела основних похибок, але не запропонувала, як можна визначити теплоємність зразку А у твердому стані за даними таблиці і графіками.

Висновки та рекомендації

Результати свідчать про те, що основною проблемою учнів залишається відсутність навичок математичного моделювання фізичних процесів. Погане виконання завдання 4 «Мостовий кран» показує недостатній рівень навичок з теми «Прості механізми. Момент сили». Також члени журі відмічають перевантаження експериментального завдання, учні не встигали виконати усі завдання за 1 год 15 хв.

За результатами перевірки робіт можна надати такі рекомендації:

Посилення математичної складової. Більше уваги приділяти розв'язанню систем рівнянь та векторному аналізу в задачах на суперпозицію полів.

Робота з малюнками та схемами. Вчити учнів обов'язково робити схематичний малюнок до задачі (особливо в задачах на сили та струми), що допомагає уникнути помилок у знаках.

Аналіз нетипових механізмів. Розглядати розбір моментів сили не лише на прикладі простих механізмів, а й у довільних системах.

Практична підготовка. Відпрацьовувати навички аналізу даних, представлених у таблицях, та перевірки отриманих моделей на відповідність усім експериментальним точкам.

Олімпіада для 9 класу продемонструвала різний рівень підготовки учнів та висвітлила певні прогалини у володінні математичним апаратом фізики.

I. Загальна характеристика результатів

Змагання проводилися у два тури:

1. Теоретичний тур (4 задачі, кожна по 10 балів; макс. 40 балів).
2. Експериментальний тур (1 комплексна задача; макс. 15 балів).

Аналіз підсумкових протоколів свідчить про значну диференціацію результатів. Максимальний сумарний бал склав 41,5 із 55 можливих. Водночас велика кількість учасників не змогла подолати поріг у 15–20 балів (близько 30–35% від максимуму), що свідчить про труднощі при переході від стандартних шкільних задач до олімпіадних рівнів складності.

II. Аналіз виконання завдань

Статистика та загальні тенденції:

- *Максимальний результат:* 41,5 бала.
- *Найуспішніші етапи.* Учні продемонстрували відносно непогані результати в експериментальному турі (окремі учасники отримали 12–15 балів), де завдання мало чіткий алгоритм та візуальну опору.
- *Найскладніші етапи.* Теоретичні завдання № 3 (кінематика) та № 4 (магнетизм) виявилися найбільш проблемними для багатьох учасників, що призвело до отримання 0–2 бали за ці позиції.

Типові помилки та аналіз завдань

Завдання 1 (Електрика) «Резистори та лампи»

Суть: розрахунок потужності в колі та визначення температури нитки розжарення.

Типові помилки. Учні часто не могли правильно побудувати еквівалентну схему для паралельного з'єднання (пункт А). Також ігнорувалася примітка про обов'язкову перевірку одиниць величин, що призводило до втрати 0,5 бала за кожну підстановку.

Завдання 2 (Термодинаміка) «Кондиціонер та лід»

Суть: розрахунок маси повітря, льоду та параметрів мідного куба для охолодження кімнати.

Типові помилки. Неправильне врахування всіх фазових переходів льоду (нагрівання, плавлення, нагрівання води). Деякі учасники успішно знаходили масу повітря (2 бали), але помилялися в енергетичному балансі.

Завдання 3 (Кінематика) «Графіки швидкості»

Суть: визначення шляху, координат та максимальної відстані між тілами за графіками.

Типові помилки. Труднощі з обчисленням площі під графіком для визначення шляху та неправильне розуміння знаків при визначенні координат. Найбільш складною виявилася частина В – обґрунтування моменту максимальної відстані через рівність швидкостей.

Завдання 4 (Магнетизм) «Струми та сили»

Суть: розрахунок сили взаємодії провідників та пошук точки мінімальної рівнодійної сили.

Типові помилки. Неправильне визначення напрямків сил магнітної взаємодії. Значна кількість учнів не змогла провести математичний аналіз функції для знаходження мінімуму сили (через похідну або виділення повного квадрата).

Експериментальний тур «Заломлення світла»

Суть: визначення показника заломлення сиропу за допомогою міліметрової сітки.

Успіхи: більшість учнів зрозуміла принцип використання катетів замість синусів кутів.

Недоліки: слабкий аналіз точності вимірювань (товщина променя, похибки сітки).

III. Висновки та рекомендації

Результати свідчать, що головною перешкодою для учнів є недостатній зв'язок між фізичним змістом та математичним інструментарієм. Учні знають формули, але мають труднощі з їх синтезом у складних моделях.

Рекомендації вчителям та керівникам гуртків:

1. *Математична підготовка.* Приділити увагу методам оптимізації (пошук мінімуму/максимуму функцій), що є критичним для задач високого рівня (як у завданні № 4).

2. *Культура оформлення.* Акцентувати увагу на обов'язковій перевірці одиниць вимірювання у формулах, оскільки за це систематично знижувалися бали.

3. *Графічні методи.* Впроваджувати більше вправ на «читання» графіків, де площа та нахил мають фізичний зміст.

4. *Експериментальні навички.* Вчити учнів оцінювати похибки вимірювань та розуміти фактори, що впливають на точність результату (товщина ліній, паралакс тощо).

5. *Робота з еквівалентними схемами.* У задачах з електрики важливо тренувати навичку перетворення складних схем у простіші еквівалентні форми.

У олімпіаді взяли участь 36 учнів 10 класу закладів загальної середньої освіти Житомирської області.

Максимальна кількість набраних балів становила 46 (1 учасниця), мінімальна – 0 (2 учасники). Переможцями олімпіади стали 18 учасників (50%), які набрали не менше 21 бала. З них дипломами I ступеня нагороджені 3 учасники (8,3%; 41–46 балів), дипломами II ступеня – 5 учасників (13,9%; 33–36 балів), дипломами III ступеня – 10 учасників (27,8%; 21–31 бал).

Нижче наведено аналіз виконання завдань.

Теоретичний тур

Завдання 1 «Вітровий електрогенератор»

Завдання охоплювало теми: кінетична енергія, потужність, ККД та закон зміни імпульсу. Максимальні 10 балів за нього отримали 3 учасники (8,3%), 0 балів

– 2 учасники. Більшість учнів успішно розрахувала ККД вітряка. Основні труднощі виникли при виведенні потужності через витрату маси повітря та застосуванні ІІ закону Ньютона в імпульсній формі для визначення сили впливу вітру на вітряк.

Завдання 2 «Дошка на пружинах»

Завдання базувалося на умовах рівноваги твердого тіла та механічних коливаннях. Найвищий результат за задачу склав 8 балів (1 учасниця). Учасники загалом розуміли, що для поступального руху відстані від пружин до центру мас мають відрізнятися вдвічі. Проблемою став пошук найбільшої відстані (91,5 см по діагоналі) та розрахунок періоду коливань ($T \approx 0,36$ с) за відсутності прямих значень маси та жорсткості.

Завдання 3 «Два м'яча»

Завдання з кінематики руху тіла, кинутого горизонтально. Максимальні 9 балів набрали 2 учасники. Типові помилки стосувалися визначення умов дотику м'ячів. Якщо розрахунок часу падіння (623 мс) та мінімальної швидкості (2,4 м/с) не викликав масових труднощів, то доведення часу дотику ($4/7$ с) та знаходження максимальної швидкості (4,2 м/с) потребували складного геометричного аналізу та розв'язання системи рівнянь.

Завдання 4 «Ліхтар»

Завдання з геометричної оптики (лінзи, заломлення світла). Максимальні 8 балів отримав 1 учасник. Учасники успішно застосовували формулу тонкої лінзи для пошуку оптичної сили. Проте розрахунок радіуса кривизни ($R \approx 57$ см) через заломлення променя на краю лінзи виявився складним: багато хто помилково використав формулу для параксіальних променів, ігноруючи умови задачі та отримавши невірний результат 28,6 см.

Експериментальний тур

Завдання «Шкільний реостат»

Учасникам необхідно було проаналізувати роботу реостата як нагрівача, використовуючи табличні дані залежності струму від опору. Максимальні 14 балів (з 15) набрали 3 учасники. Учні успішно розраховували потужність за формулою $P = I^2 R$. Основні недоліки: нераціональність дій експериментатора (вплив контактного опору), помилки при побудові графіка (відсутність підписів осей, невірний масштаб) та труднощі в оцінці опору невідомого резистора ($R_x \approx 6,4$ Ом) за максимумом потужності.

Висновки та рекомендації

Аналіз робіт показав, що основною проблемою десятикласників залишається математичне моделювання складних процесів та ігнорування меж застосування фізичних формул (наприклад, умови параксіальності в оптиці).

За результатами перевірки робіт можна надати такі рекомендації:

1. *Графічна культура.* Посилити підготовку щодо побудови та аналізу графіків, звертаючи увагу на точність нанесення точок та інтерпретацію екстремумів.

2. *Математичний апарат.* Більше уваги приділяти розв'язанню систем рівнянь та тригонометричним перетворенням у фізичних задачах.

3. *Схематизація.* Вчити учнів обов'язково робити малюнок до задачі (хід променів, розподіл сил), що допомагає уникнути логічних помилок.

4. *Практичні навички.* Відпрацьовувати навички оцінки похибок та врахування реальних умов експерименту (контактний опір, опір приладів).

В олімпіаді взяли участь 22 учня 11 класу закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО) Житомирської області. II етап Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики проводився в два тури. На теоретичному турі учасникам було запропоновано 4 завдання з курсу фізики середньої школи. На експериментальному турі була запропонована одна комплексна задача.

Максимальна кількість набраних балів становила 34 (1 учасник), мінімальна – 4 (1 учасник). Переможцями олімпіади стало 9 учасників (40,9%), які набрали не менше 20 балів. З них дипломами I ступеня нагороджений 1 учасник (4,5%, 34 бали), дипломами II ступеня – 4 учасники (18,2%, 25–26 балів), дипломами III ступеня – 4 учасники (18,2%, 20–23 бали).

Нижче наведено аналіз кожного завдання.

Теоретичний тур

Завдання 1 «Коливальна система»

Завдання пов'язане з темами «Рівновага тіл», «Основи електростатики», «Закони збереження енергії та імпульсу». Воно відповідає програмам з фізики 9–10 класів ЗЗСО. Максимальну кількість балів 7 (з 10 можливих за задачу, але найвищий результат серед учасників) за неї набрали 2 учасники (9,1%), мінімальні 0 балів – 1 учасник (4,5%). Від 6 до 10 (більше половини з можливих) одержали 4 учасники (18,2%).

Учні успішно впоралися з частиною А – розрахунком статичної деформації пружини через умову рівноваги та закон Кулона. Основні труднощі виникли у частині Б при описі динаміки системи: обґрунтуванні швидкостей у момент найбільшого зближення через закон збереження імпульсу та врахуванні потенціальної енергії кулонівської взаємодії у законі збереження енергії.

Завдання 2 «Нестандартний термометр»

Завдання охоплює теми «Газові закони» (рівняння стану ідеального газу) та «Гідростатика» (тиск рідин) та відповідає програмі з фізики 10 класу ЗЗСО. Максимальну кількість балів 10 за неї набрав 1 учасник (4,5%), мінімальні 0 балів – 3 учасники (13,6%). Від 6 до 10 одержали 4 учасники (18,2%).

Більшість учасників змогли знайти різницю тисків через гідростатичний тиск стовпчика ртуті (пункт А). Труднощі викликало складання системи рівнянь для ізотермічного процесу при повороті трубки (пункт Б) та застосування об'єднаного газового закону для розрахунку зміни температури (пункт В).

Завдання 3 «Розминка з рідиною»

Завдання базується на темах «Сполучені посудини», «Закон збереження енергії», «Гармонічні коливання» та відповідає програмі курсу фізики ЗЗСО 7 та 10 класів. Максимальну кількість балів 6 (найвищий результат) за неї набрали 2 учасники (9,1%), мінімальні 0 балів – 4 учасники (18,2%). Від 6 до 10 балів одержали 2 учасники (9,1%).

Учні мали труднощі з розумінням того, що рух рідини є квазіпружними коливаннями, а не рівноприскореним рухом, виведенням формули періоду коливань та розрахунку прискорення системи через різницю рівнів рідини.

Завдання 4 «Електромагнітний Піфагор»

Завдання пов'язане з темами «Закон Ома для розгалуженого кола», «Правила Кірхгофа» та «Електромагнітна індукція» (закон Ленца). Відповідає програмі з фізики 11 класу ЗЗСО. Максимальну кількість балів 5 (найвищий результат) за неї набрав 1 учасник (4,5%), мінімальні 0 балів – 2 учасники (9,1%). Від 6 до 10 (більше половини з можливих) не одержав жоден з учасників.

Учні загалом впоралися з визначенням напрямку індукційного струму за правилом Ленца. Однак побудова еквівалентної електричної схеми та кількісний розрахунок струмів у контурах через ЕРС індукції та правила Кірхгофа виявилися надто складними.

Експериментальний тур

Завдання «Компас та Датчик»

Завдання пов'язане з темою «Магнітне поле» та відповідає програмі з фізики 11 класу ЗЗСО. Максимальну кількість балів 9 (з 15 можливих) за неї набрав 1 учасник (4,5%), мінімальний 1 бал – 3 учасники (13,6%). Від 8 до 15 балів одержали 3 учасники (13,6%).

Більше половини учнів успішно виконали графічні завдання (рисунок ліній поля та вектора індукції), підбір коефіцієнтів у залежності індукції магнітного поля від відстані до довгого прямолінійного провідника. Проте виникли значні труднощі з розрахунком орієнтації результуючого вектора магнітного поля через суперпозицію полів Землі та дроту та визначенням горизонтальної складової індукції магнітного поля Землі (B_3 та B).

Висновки та рекомендації

Результати свідчать про те, що основною проблемою учнів залишається відсутність навичок математичного моделювання фізичних процесів, особливо в задачах на стику розділів (електростатика і механіка, магнетизм і геометрія). Також члени журі відмічають перевантаження експериментального завдання, учні не встигали виконати усі завдання за 1 год 15 хв.

За результатами перевірки робіт можна надати такі рекомендації:

– *Посилення математичної складової.* Більше уваги приділяти розв'язанню систем рівнянь та векторному аналізу в задачах на суперпозицію полів.

– *Робота з малюнками та схемами.* Вчити учнів обов'язково робити схематичний малюнок до задачі (особливо в задачах на сили та струми), що допомагає уникнути помилок у знаках.

– *Аналіз нетипових рухів.* Розглядати коливальні процеси не лише на прикладі маятників, а й у гідродинамічних та електричних системах.

– *Практична підготовка.* Відпрацьовувати навички аналізу даних, представлених у таблицях, та перевірки отриманих моделей на відповідність усім експериментальним точкам.