

ОЦІНЮВАННЯ СКЛАДНОСТІ ЗАДАЧ ІЗ ФІЗИКИ

Задачі, які дозволяють реально опанувати фізику й отримати об'єктивну оцінку знань, мають дуже широкий спектр за рівнем складності. Рівень складності пропонованих задач відіграє ключову роль у досягненні мети при проведенні всіляких конкурсів, випробувань, олімпіад, причому в сучасних умовах досить часто проблема полягає в доступності завдань для учнів. Автори аналізують труднощі, які виникають у учнів і абітурієнтів, і пропонують бальну схему для оцінювання складності задач.

Ключові слова: *задача з фізики, мета, рівень складності, етапи розв'язування, математичний апарат, бальна схема оцінювання, випробування, олімпіада.*

Серед усіх природничих наук фізика в найбільшій мірі тримається не на запам'ятовуванні визначень, фактів і формул, а на розумінні суті явищ і вмінні описувати їх за допомогою адекватного математичного апарату. В цьому сила нашої науки й підґрунтя сучасних глибоких проблем у навчанні фізики в освітніх закладах усіх рівнів. Навіть математика сприймається легше більшою частиною учнів завдяки тому, що вона часто алгоритмізується, і задачі можна розв'язувати "за формулами". У фізиці це можливо для найпримітивніших задач, які фактично є задачами з арифметики. На жаль, переважна більшість школярів (говоримо про нашу країну, хоча є всі підстави припускати, що ця ситуація характерна й для інших держав, у тому числі мирних і заможних) знаходиться на такому рівні володіння матеріалом із фізики, що унеможлиблює аналіз складніших задач. Мимохіть шкільна дидактика пристосована до таких умов, а це, грубо кажучи, вбиває фізику. Схоже, суспільство ще не повною мірою усвідомило, наскільки це підриває перспективи нашого розвитку. Ми не ставимо на меті аналіз причин такого стану фізики в основній та старшій школі, а зосереджуємося на досвіді конструктивних дій на наявному історичному тлі. Зрозуміло, що реальна перевірка знань учнів має базуватися на розв'язуванні задач, що й реалізовано в системі проведення зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО), олімпіад школярів, випробуваннях у формі контрольних робіт для учасників конкурсів Малої академії наук (МАН). Власне, задачі відіграють ключову роль у вивченні фізики, й уроки повинні виводити учнів на здатність аналізувати конкретну фізичну ситуацію, а формули – триматися в пам'яті завдяки розумінню їх фізичного змісту. Саме фізичні задачі найактивніше розвивають діалектичне мислення: тут не досить формально-логічно застосувати певну схему, а треба виявити природу явища, побачити суттєві зв'язки чисельних характеристик процесів, знайти шлях до відповіді.

Автори мають великий досвід складання задач із різних фізичних дисциплін для забезпечення навчального процесу в Дніпровському університеті ім. Олесь Гончара, а також у Обласному ліцеї-інтернаті фізико-математичного профілю при ДНУ, на підготовчих курсах університету і в різних структурах, які дають старшокласникам додаткову підготовку із фізики. Ми також багато років входимо до складу журі обласних олімпіад і конкурсів МАН. Зауважимо, що кафедра теоретичної фізики нашого університету, яка має славу 90-річну історію, традиційно приділяє багато уваги пошуку та підтримці талановитої молоді, роботі з потенційними абітурієнтами. В останнє десятиріччя набір на фізичні спеціальності зіткнувся з великими труднощами і значно скоротився. Фактично кафедра веде з абітурієнтами індивідуальну роботу і пишається тим, що ми допомогли багатьом дуже перспективним представникам молоді не пройти повз своє покликання, уже в студентські роки отримати серйозні наукові результати, а після аспірантури професійно реалізуватися у провідних наукових центрах України та світу.

Існує великий обсяг літератури, яка містить задачі для конкурсних випробувань і фізичних олімпіад. Значна частина цих задач стала хрестоматійним матеріалом і традиційно використовується при поглибленому вивченні фізики. У Радянському Союзі посібники для вступників були візитівкою провідних вишів і друкувалися накладом у сотні тисяч примірників. Використовуючи ці джерела, отримуємо досить потужний банк даних для складання завдань для заходів із перевірки знань. Задачі без надто тонких фізичних ідей легко модифікуються й у сенсі постановки, й у плані завдання числових значень. Звичайно, для обласних фізичних олімпіад обов'язково пропонуються й нові, авторські задачі. Зважаючи на наші професійні інтереси, найбільш цікавим було складати задачі з електромагнетизму й основ молекулярно-кінетичної теорії. Однак головна проблема в цій творчості полягає в необхідності

забезпечити доступність задач для значної частини учасників. Тобто не стільки треба, щоб задачі були глибокими та складними, як треба мати досить прості та прозорі завдання, аби діти, які не вчать в спеціалізованій школі, теж могли показати свою здатність розв'язувати задачі. У той же час задача не повинна бути примітивною, щоб не відштовхнути гарно підготовлених юнаків і дівчат. Додаткові труднощі пов'язані з нинішньою побудовою шкільної програми: два роки на систематичний виклад усіх розділів шкільного курсу абсолютно недостатньо, годин на фізику вкрай мало, звичний матеріал не вміщається в програму, а вивчене на першому ступені проходження дисципліни залишається неактивованими спогадами. Автори задач кожного разу з'ясовують, чи повинні діти знати те, на чому базується задача. На жаль, ці зусилля бувають не дуже плідними: задачі, хоч трохи нестандартні, виявляються непідйомними майже для всіх учасників. Характерний приклад – задача для 11-го класу на обласній олімпіаді 2018 року (автор – С.П. Юдін).

Для залізного куба відомого розміру, що лежить на горизонтальній поверхні, треба було знайти мінімальну силу, приклавши яку до верхньої грані, можна перекинути його через ребро. Було задано значення коефіцієнта тертя між кубом і поверхнею. Лише один школяр дав правильний розв'язок, розглянувши умови рівноваги відносно обертального та поступального рухів. А більшість із тих, хто пробував розв'язати задачу (приблизно 20 учасників), згадували, що мінімальна сила буде за максимального плеча, тобто займалися задачею про куб, який може обертатися навколо зафіксованого ребра. Загальний рівень знань і компетентності падає, хоча окремі зірочки шкільної фізики в нас є! Олімпіади школярів свою місію виконують.

Як бачимо, потрібний рівень складності задач залежить від мети заходів, де ці задачі пропонуються. Нова, складна для нас, постановка питання виникла минулого року, коли відновилася система університетських олімпіад для абітурієнтів. Згідно з положенням, пільги отримували переможці, які мали набрати в другому турі 90 балів зі 100. Перший тур проводився у формі тестування через Інтернет: треба було вибрати правильну відповідь із чотирьох для 20 нескладних задач, які охоплювали весь шкільний курс фізики. Нинішньої весни цей тур подолали 14 учасників, на другий, очний тур прийшли четверо з них, лише одного ми змогли визнати переможцем. У 2017 році в другому турі брали участь 17 учнів, отримали пільги 11 із них. При цьому журі самостійно виставляло бали за 10 задач із відкритою відповіддю, й у 2018 році ми врахували досвід попереднього та наполегливо працювали над спрощенням задач. Очевидно, криза поглиблюється! Прикро, що наша робота мала такий низький к.к.д.

Зауважимо, що з метою розширення кола абітурієнтів минулого року ДНУ отримав ліцензію на підготовку бакалаврів за спеціальністю 014(8) "Середня освіта (фізика)". Університет проводив потужну рекламно-інформаційну кампанію, розраховану й на випускників сільських шкіл, які зацікавлені професією вчителя, що зараз користується значною (в тому числі матеріальною) підтримкою влади. Але кількість учнів, які складають ЗНО з фізики, знижується. Система ЗНО дає досить об'єктивну оцінку знань на основі різнорівневих завдань. Шанобливе ставлення викликає книга "Фізика. Комплексна підготовка до ЗНО" [1], що пропонує широкий спектр завдань. Ми наблизились до західних традицій і систематично ґрунтовно перевіряємо знання на тестуванні з вибором відповідей. Такі завдання учні виконують найбільш охоче, бо тут їх зусилля мінімізуються. У завданнях з установленим відношенням теж розв'язок оформлюється швидко, але обсяг розумової роботи суттєво більший. Ми вважаємо найадекватнішою перевірку знань на завданнях відкритої форми з описом певної фізичної ситуації, саме такі задачі ми даємо учасникам обласних олімпіад і запропонували в другому турі університетської олімпіади. Як бачимо, учасники були не готові до цього. Організатори ж оцінювали задачі як абсолютно доступні, хоча й не примітивні. У педагогічній літературі відома класифікація задач за рівнем складності, що відповідає певному рівню знань, необхідному для їх розв'язання: рівень фрагментарних знань, репродуктивний, аналітичний, творчий [2]. Задачі творчого рівня навіть на обласних олімпіадах доступні одиницям (а в нашій області є освітні заклади з добре поставленим навчанням фізики та математики), а відтак ми шукаємо цікаво сформульовані задачі аналітичного рівня. Для олімпіади, орієнтованої на абітурієнтів, і цей рівень виявляється зависоким, і ми змушені наближатись до репродуктивного рівня, що може дискредитувати освітній заклад в очах найсильніших абітурієнтів, з якими ми пов'язуємо майбутнє університету.

Аналізуючи складність задач при підготовці олімпіади, ми розробили своєрідну бальну систему для виважених рішень щодо рівня завдань. У нуль, один, два бали оцінюються основні проблеми, які виникають на шляху до розв'язання: розуміння фізичної ситуації; знання фізичних законів, які треба врахувати для знаходження шуканих величин; вміння математично описати фізичну ситуацію та навички розв'язування вже математичної задачі; вміння проводити обчислення, орієнтуватися у фізичних величинах та їх розмірностях, врешті-решт перевіряти розв'язок здоровим глуздом. Це загалом відповідає виділенню етапів діяльності при розв'язуванні задач із фізики в педагогічній науці [3], але ми підкреслюємо саме фізичний бік проблем, оскільки школа завжди підкреслює необхідність знати закони. Наведемо приклади застосування нашої бальної системи.

Задача. У скільки разів доцентрове прискорення точки на земному екваторі відрізняється від прискорення кінчика секундної стрілки годинника, яка має довжину 0,5 см? Радіус Землі – 6400 км.

Оцінимо складність за етапами розв'язування: 0, 1, 1, 2. Загальна сума – 4.

Задача. Супутник обертається навколо планети по коловій орбіті, висота якої дорівнює половині радіуса планети. Чому дорівнює період його обертання? Середня густина планети ρ . Вважати відомою гравітаційну сталу G .

Складність за етапами розв'язування: 1, 2, 1, 0. Загальна сума – 4.

Це допомагало в дискусіях стосовно прийнятності задач. Задачі, які набирали більше 4 балів, ми виключали з розгляду або спрощували. Найбільш вдалою (її зробили всі учасники) несподівано виявилася задача, де треба було знайти, який шлях пройшло тіло протягом останньої секунди падіння з певної висоти. В умові помилково була вказана висота 4,5 м, і всі переможно написали, що падіння триває менше секунди, тому відповідь міститься в умові. Перевірка, як правило, дарує сюрпризи. Учні частенько роблять кроки, що абсолютно не відповідають ідеям авторів. Якщо не усвідомлена фізична суть задачі, подальші кроки та наші висновки стосовно цих етапів втрачають сенс. Дехто занурюється в складні обчислення, які нічого не варті. Орієнтація на репродуктивний рівень породжує педагогічний ефект, який можна спостерігати: ти читаєш умову задачі, а учні майже рефлексивно тягнуться до калькулятора. Наша порада – починати розв'язування зі схематичного малюнка, що допоможе уявити, про що йдеться в задачі, а потім уже виписувати значення величин. Можна помітити, що діти привчені школою до примітивного рівня, і задачі, де для знаходження відповіді на питання слід розв'язати квадратне рівняння, сприймаються як щось нездоланне. Вочевидь, математика, що викладається у відриві від фізики, робить освіту неповноцінною: рівняння дитина розв'язувати вміє, записати рівняння для фізичної задачі може, а об'єднати ці два етапи їй уже ніби не під силу. І ще не вистачає школярам загальної культури: не на висоті грамотність, техніка письма, навички читання. За нашим спостереженням, якщо умова задачі займає більше 4 рядків, вона оцінюється учнями як дуже складна, за яку і братися не варто!

Скорочення годин на фізику призвело до викладання нашої науки у вигляді набору формул. Автори належать до найбільш математизованої частини фізиків, з глибокою повагою ставляться до математики та пропагують осучаснення математичного апарату шкільної фізики [4]. Але ми займаємося не абстрактними викладками, а описом реальних фізичних явищ, і для нас важливо, щоб учні пам'ятали про це й аналізували отримані результати. Напевне, в кожного вчителя є колекція анекдотичних випадків із педагогічної практики. Найдивніше, коли абсурдний результат з'являється для величини, масштаб якої цілком зрозумілий: вода в капілярі піднімається на 150 км, крижина, на яку заїжджає вантажівка, додатково занурюється на 8 нм. Що вже говорити про сучасну фізику! На олімпіаді Дніпропетровського університету ще в минулому тисячолітті була запропонована задача, що певною мірою пропагувала сонячну енергетику: знаючи відстань до Сонця і значення сонячної сталої (густини потоку енергії випромінювання) треба було обчислити повну потужність, яку випромінює Сонце. Автор соромився надмірної простоти задачі, але її не розв'язав жоден учасник (а їх тоді було більше шести сотень), більшість навіть не робила спроби, а один хлопчик оцінив потужність нашого світила в 0,27 Вт! Наслідок низької обізнаності у фізиці – фрази, які ми чуємо та читаємо на загальнонаціональних каналах: "людину травмовано струмом силою 20 тисяч вольт", "економія енергії склала мільйони квт/год" і т.п. Все це викликає тривогу, бо вийти з кризи інноваційним шляхом можна лише за наявності гідного інтелектуального рівня населення країни.

Наше тверде переконання полягає в тому, що подальше спрощення умов задач, які ми даємо учням, уже не відкриває серйозних перспектив. Шкільна фізика – це запорука інтелектуального та технологічного розвитку країни, і вона потребує всілякої підтримки: збільшення годин на неї, матеріальне заохочення вчителів, популяризація науки, піклування про талановиту молодь. І тут уже не можна гаяти час!

Використані джерела

1. Фізика. Комплексна підготовка до зовнішнього незалежного оцінювання / Уклад.: Струж Н. І., Мацюк В. М., Остап'юк С. І. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2016. – 432 с.
2. Задорожній М.І. Технологія розв'язування фізичних задач // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики. Збірник наукових праць. Випуск 3. Том 2. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2003. – С. 116-119.

3. Кузьменко О. С., Дембіцька С. В. Формування STEM-компетентностей студентів під час розв'язування фізичних задач з поєднанням принципу симетрії в вищих технічних навчальних закладах // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. – 2017. – Серія педагогічна. Вип. 23: Теоретичні і практичні основи управління процесами компетентнісного становлення майбутнього учителя фізико-технологічного профілю. – С. 20-22.
4. Горев В. М., Лягушин С. Ф., Соколовський О. Й. Сучасний математичний апарат у курсі шкільної фізики як засіб підвищення компетентності учнів // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету ім. Т.Г. Шевченка. – 2017. – Вип. 146. Серія: Педагогічні науки. – С. 125-128.

Lyagushyn S., Sokolovsky A.

THE ESTIMATION OF THE COMPLEXITY OF PROBLEMS IN PHYSICS

The authors substantiate the role of problems in studying physics since physics is based on understanding and the real knowledge of the discipline should be tested through the analysis of certain situations and processes. The current crisis state of school physics manifests itself in the orientation of school didactics to the basic level problems, which can be reduced to arithmetical operations with formulas. Naturally, the External Independent Evaluation, additional tests in the form of control works at the Academy of Science of Youth, and olympiads for pupils have their basis in solving tasks. Drawing on the experience of teaching physics in secondary school and University, the authors discuss the present-day difficulties of recruitment to higher education and the attraction of talented youth to physics. Individual attention has provided some successes in educating young scientists in Dnipro National University. Now the University plans to train school teachers.

Competitions are of great importance for this work and physical problems of different levels are necessary for them. The goal of testing determines the level of tasks. At present the main point is to provide the accessibility of problems for pupils, nevertheless the problems should not be primitive. Original tasks at regional olympiads proved to be too complex for participants. The Regulation of University olympiads requires that those who receive benefits gain 90 percent of the maximum points. This requirement forces us to search for rather simple and interesting problems. This year we have accessible problems, but the only winner and this situation is much worse than last year. School graduates are not ready to solve creative tasks; the system of testing with choosing the answers is preferable for them. We propose to use problems with an open answer as the most adequate form of testing.

The system of points for evaluating the problem complexity has been developed and used. The scale of complexity is described in the paper: the points are set for each stage of solving with underlining the physical essence. The urgent necessity of increasing the number of hours for physics in school program is our obvious conclusion.

Key words: *problem in physics, goal, complexity level, stages of solving, mathematical apparatus, point scoring scheme, tests, olympiad.*

Стаття надійшла до редакції 20.05.2018