

Лекція 1. Роль і місце задач в освітньому процесі з фізики та астрономії.

Задачний метод, його суть та педагогічні можливості. Класифікація задач з фізики та астрономії.

Не маючи на меті робити докладний аналіз цього питання (воно достатньо висвітлене у ряді науково-методичних праць, наприклад, у монографії А.І. Павленка [137]), наведемо лише кілька визначень фізичної задачі. Фізичною задачею у навчальній практиці називають невелику проблему, яка у загальному випадку розв'язується за допомогою логічних умовиводів, математичних дій та експерименту на основі законів і методів фізики. У методичній же та навчальній літературі, вказується там же, під задачами, як правило, розуміють доцільно підібрані вправи, головне призначення яких полягає у вивченні фізичних явищ, формуванні понять, розвитку фізичного мислення учнів та прищепленні їм умінь застосовувати свої знання на практиці.

“*Фізична задача* – це ситуація (сукупність певних факторів), що потребує від учнів розумових та практичних дій на основі законів і методів фізики, спрямованих на оволодіння знаннями з фізики і на розвиток мислення”. У подальшому, говорячи про фізичну задачу, ми теж будемо користуватися цим визначенням. Що таке *експериментальна* задача? Яке її місце серед інших фізичних задач?

Щоб відповісти на ці запитання, розглянемо основні ідеї деяких класифікацій фізичних задач.

З урахуванням того, що фізичні задачі відрізняються між собою головним чином за змістом та дидактичними цілями, О.І. Бугайов пропонує таку класифікацію: за змістом, за способом подання умови та за основним методом розв'язування [31, с. 211].

За змістом фізичні задачі поділяються на задачі конкретних розділів фізики (задачі з механіки, молекулярної фізики, електродинаміки тощо); задачі з абстрактним та конкретним змістом (різновидом останніх є задачі з технічним або політехнічним змістом); задачі з історичним змістом; цікаві задачі (для них характерна наявність в умові парадоксальних або цікавих фактів та явищ, уявних протиріч тощо); творчі задачі (як приклад останніх, О.І. Бугайов наводить дослідницькі, що потребують відповіді на питання “чому?”, та конструкторські, що потребують відповіді на питання “як зробити?” [31, с. 213]).

За способом подання умови задачі поділяють на текстові, експериментальні, графічні та задачі-малюнки.

За основним методом розв'язування виділяють якісні, розрахункові, графічні та експериментальні задачі. Розв'язування *якісних* задач передбачає побудову умовиводів на основі використання фізичних теорій та законів без застосування математичного апарату. До *розрахункових* задач відносять такі, відповіді на запитання яких не можуть бути знайдені без виконання відповідних математичних перетворень та обчислень. *Графічними* називають задачі, дані для розв'язання яких отримують з наведених в умові задачі

графіків. Нарешті, *експериментальними* називають (за О.І. Бугайовим) задачі, в яких експеримент є засобом знаходження величин, що необхідні для розв'язування, він дає відповідь на поставлене у задачі запитання або є засобом перевірки зроблених відповідно до умови розрахунків [31, с. 217].

Окрім наведених ознак, фізичні задачі ще додатково групуються *за роллю у формуванні фізичних понять* [186, с. 83]. Відповідно до цього розрізняють задачі для уточнення ознак понять; диференціювання понять; встановлення й закріплення нового поняття; систематизації понять та формування в учнів умінь їх класифікувати; формування в учнів умінь використовувати поняття у різних ситуаціях, для пояснення та передбачення явищ, розв'язування проблем наукового та практичного характеру. У [186, с. 106] знаходимо також визначення експериментальних задач, під якими автори розуміють такі, що не можуть бути розв'язані без постановки дослідів або вимірювань.

Під *експериментальною* розуміють таку задачу, дані для розв'язання якої отримують експериментально, безпосередньо перед очима учня або самими учнями [123, с. 15].

Близьке до останнього визначення експериментальних задач дає й А.А. Давиденко у [67, с. 3], дисертаційне дослідження [66] якого було присвячене проблемі використання експериментальних задач у процесі навчання фізики в середній школі.

До *експериментальних* відносять такі фізичні задачі, постановка та розв'язування яких органічно пов'язані з експериментом (з різними вимірюваннями, відтворенням фізичних явищ, спостереженнями за фізичними процесами, складанням експериментальних установок, розробкою приладів, безпосередньо проведенням експериментального дослідження) [23, с. 5]. У подальшому, говорячи про експериментальні задачі, ми будемо мати на увазі саме це визначення (зрозуміло, що всі наведені нами визначення поняття "експериментальна задача" є досить схожими між собою за своєю суттю).

Яку роль відіграють експериментальні задачі у навчанні фізики? Без перебільшення можна стверджувати, що їх використання у навчальному процесі є одним з ефективних засобів формування в учнів глибоких і міцних знань з фізики. Обґрунтуємо це твердження більш детально.

Як зазначається у [80, с. 5], *мета експериментальних задач* – виробити в учнів важливу психічну установку: знання потрібні для того, щоб їх застосовувати на практиці. Там само знаходимо висловлювання авторів щодо ролі експериментальних задач. Вони, зокрема, вказують на те, що розв'язування цих задач є однією з активних форм навчально-виховного процесу, важливим компонентом якого є самотійна робота учнів. Розв'язуючи експериментальні задачі, учні більш усвідомлено розуміють досліджувані процеси і причинно-наслідкові зв'язки між фізичними явищами і величинами.

На думку авторів [80], експериментальним задачам належить вирішальна роль у формуванні в учнів експериментальних умінь і навичок, адже розв'язування цих задач дає їм можливість ознайомитися з принципами вимірювання фізичних величин та методами аналізу похибок, виробляє вміння

і навички вільного та впевненого користування вимірювальними приладами тощо (докладніше про експериментальні вміння та навички йдеться у підрозділі 1.3).

Демонструючи дію фізичних законів, експериментальні задачі збуджують в учнів інтерес до науки фізики, виховують у них творчу ініціативу. А.А. Давиденко у своїй монографії [65], яка присвячена методиці розвитку творчих здібностей учнів у процесі навчання фізики, зокрема, вказує на те, що експериментальні задачі при відповідній постановці мають значний потенціал для розвитку творчих здібностей учнів. Автор підкреслює, що значна кількість експериментальних задач не має готового алгоритму розв'язування, і це робить їх приналежними до категорії творчих задач [65, с. 88]. Крім того, А.А. Давиденко зазначає, що досить часто під час розв'язування задач учні залучаються до творчої винахідницької діяльності. Яскравим підтвердженням цього є те, що на основі розв'язків деяких задач з'являються навіть винаходи та корисні моделі, співавторами яких є учні, не говорячи вже про цікаві оригінальні розв'язки.

Розв'язування експериментальних задач розвиває в учнів логічне мислення, адже для успішного їх розв'язування необхідно наперед обмірковувати кожний крок своїх дій, вдало їх спланувати, виявити суттєві та другорядні фактори під час проведення експерименту тощо.

Слід також зазначити, що однією з особливостей експериментальних задач є те, що під час їх розв'язування розумова діяльність учнів супроводжується ще й діяльністю органів руху (моторністю).

Цінним також є те, що розв'язування експериментальних задач позитивно впливає на якість розв'язування як текстових і графічних задач, так і задач-малюнків. За словами авторів [80], учні свідоміше підходять до їх розв'язування, знаходячи в кожній задачі експериментальну основу [80, с. 12].

Перейдемо тепер до розгляду місця експериментальних задач у навчанні фізики. Така необхідність виникла у зв'язку з переходом старшої ланки загальноосвітньої школи до *профільного навчання*, а також з появою *нових форм позаурочної роботи* старшокласників (численних творчих конкурсів і турнірів з фізики та техніки, про які докладно йтиметься у третьому розділі дисертації).

Основною формою організації навчальної діяльності з фізики у школі є урок. Відомо, що кожен урок має певну цільову спрямованість (дидактичну ціль). Залежно від його дидактичної цілі, О.І. Бугайов наводить таку класифікацію уроків з фізики: вивчення нового матеріалу; формування вмінь і навичок, а також використання знань на практиці; повторення та узагальнення вивченого матеріалу; контроль та облік знань; комбінований [31, с. 225].

Ми вважаємо, що розв'язування експериментальних задач не тільки можливо, але й доцільно проводити на уроках всіх наведених типів. При цьому зрозуміло, що їх місце у кожному конкретному випадку має визначатися логікою структури уроку та його дидактичними цілями. Розглянемо це докладніше, взявши за основу класифікацію типів уроків О.І. Бугайова.

Урок вивчення нового матеріалу. Дуже важливо у вступній частині такого уроку психологічно підготувати учнів до сприйняття нового матеріалу. Як правило, для цього створюють проблемну ситуацію (в умовах проблемного навчання), яка дозволяла б налаштувати учнів на пізнавальну діяльність і підвела їх до необхідності вивчення певної проблеми (поняття, закону тощо). Це можна зробити також за допомогою експериментальних задач, метою яких у даному випадку є висування проблеми і збудження пізнавальної активності учнів.

У ході уроку експериментальні задачі доцільно використовувати під час вивчення фізичних властивостей тіл або речовин, дослідженні фізичних закономірностей та окремих явищ. При цьому, як показує досвід, експериментальні задачі мають більшу навчальну цінність, якщо новий матеріал є окремим випадком вже вивченого, коли, наприклад, саме явище учням ще невідоме, але вони вже володіють необхідними для висунення гіпотези знаннями. У цьому випадку при відповідній постановці уроку учні не тільки засвоюють новий матеріал, але й разом з тим ознайомлюються з елементами наукового дослідження, оскільки окремі етапи такої навчальної діяльності (накопичення фактів, висування гіпотези, постановка експерименту, створення теорії) відповідають ланкам процесу наукової творчості (вихідні факти – гіпотеза – наслідки – експеримент – вихідні факти [153]). Наприклад, під час вивчення теми “Залежність електричного опору матеріалів від температури” (10 клас) можна запропонувати учням побудувати графік залежності опору термістора від температури (обладнання: термістор, посудина для нагрівання води, вольтметр, амперметр, термометр, з’єднувальні провідники, вимикач). Вивчаючи тему “Опір провідників” (8 клас), учні можуть виконати задачі про дослідження опору провідників від їх довжини, поперечного перерізу та матеріалу. Або вивчаючи “Рівноприскорений рух” (9 клас), можна експериментально дослідити залежність прискорення кульки, яка скочується по похилому жолобу, від кута його нахилу (обладнання: жолоб Галілея, штатив з хрестоподібною муфтою та затискачем, металева кулька, транспортер, масштабна лінійка, секундомір).

Хоча більшість учнівських досліджень пов’язана з “перевідкриттям” вже відкритого у науці, для учня розв’язування відповідних експериментальних задач є свого роду пізнанням ще не пізнаного. Як зазначається у статті Є.В. Коршака та А.І. Павленка [97], особлива роль експериментальних задач у школі полягає у “квазівідкритті”, наближенні учня до етапу самостійної постановки, складання та розв’язування задачі на прикладі реальної ситуації.

Структурною складовою уроку вивчення нового матеріалу є закріплення отриманих знань та використання їх на практиці. Серед завдань, спрямованих на це, можуть бути також експериментальні задачі. Наприклад, після вивчення на уроці теми “Опір провідників. Залежність опору провідників від їхніх геометричних розмірів та речовини” (8 клас) можна запропонувати учням визначити, з якого металу виготовлено дріт даного реостату (обладнання: реостат з вказаним опором, лінійка з міліметровими поділками), або для закріплення теми “Магнітне поле струму” можна запропонувати їм визначити

полюси джерела струму (обладнання: джерело струму (гальванічний елемент), резистор опором 1–2 Ом, провідник довжиною 1,5–2,0 м, магнітна стрілка на підставці або компас, ключ, з'єднувальні провідники) [67, с. 20].

Урок формування практичних умінь та навичок. Як відомо, навчання фізики у школі передбачає поряд із вивченням учнями основних фізичних явищ, законів та теорій, наукових фактів, ще й набуття і розвиток експериментальних умінь та дослідницьких навичок, умінь застосовувати набуті знання для розв'язання фізичних задач та пояснення фізичних явищ і процесів. Тому, як правило, основна частина уроків указанного типу присвячена розв'язанню задач, виконанню лабораторних робіт і робіт практикуму. При цьому експериментальні задачі можуть відігравати чималу роль для формування і розвитку в учнів практичних умінь і навичок. На це також звертається увага в [80, с. 6], [34, с. 27], [83, с. 126].

Наведена експериментальна задача націлена передусім на формування поняття “електричний опір”, а також на закріплення кількісної залежності падіння напруги від струму на ділянці електричного кола. Не дивлячись на позірну простоту задачі, для її розв'язування учні повинні знати призначення вказаного обладнання, уміти скласти прості електричні кола, користуватися амперметром та вольтметром (визначати ціну поділки, межу вимірювання, знімати покази приладу тощо), вміти будувати графіки експериментальних залежностей між величинами тощо. Зрозуміло, що більшістю з цих знань та умінь учні повинні оволодіти ще до безпосереднього виконання експерименту. Слід наголосити на тому, що експериментальні задачі ефективніше виконують свою навчальну функцію за умови, коли учнів усвідомлено готувати до їх розв'язування (конкретні методичні складові цієї підготовки розглядаються у другому розділі дисертаційного дослідження).

Як відомо, одним із методів формування в учнів практичних умінь та навичок є фронтальні лабораторні роботи, які проводяться впродовж усього навчального року, та фізичний практикум (як правило, він проводиться наприкінці навчального року). Лабораторні роботи та роботи фізичного практикуму виконуються за інструкціями, які містять номер і назву роботи, її мету, перелік необхідного обладнання та матеріалів, короткі теоретичні відомості, опис ходу роботи з відповідними малюнками, вказівки щодо обробки експериментальних даних та правила з техніки безпеки. Не применшуючи ролі фронтальних лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму, а також значення інструкцій щодо їх виконання, необхідно все ж зазначити, що на сучасному етапі більшість з цих робіт має репродуктивний характер, а важливе завдання навчити учнів застосовувати ці вміння і навички у незнайомих ситуаціях вирішується не повністю. Про це йдеться також у [186, с. 7].

Урок повторення та узагальнення вивченого матеріалу. Мета такого уроку – досягнення тісного зв'язку між окремими питаннями курсу, а також створення системи знань і вмінь [31, с. 227]. Він також може містити елементи нових знань про вже вивчені явища. Узагальнюючі уроки, як зазначається у

[174, с. 177], мають великі можливості для розвитку пізнавальних і творчих здібностей учнів, а також умінь самостійно виконувати завдання.

Відповідно до цього, на таких уроках розв'язування експериментальних задач використовується для конкретизації змісту фізичних понять і встановлення нових зв'язків між фізичними величинами, для відшукування нових методів вимірювання фізичних величин, встановлення нових відомостей про вивчене явище тощо [80, с. 6].

Урок контролю та обліку знань. На уроках цього типу розв'язування експериментальних задач допоможе вчителю перевірити вміння учнів застосовувати знання в знайомих і незнайомих ситуаціях, аналізувати факти та критично підходити до результатів фізичного експерименту. Як вказується в [80, с. 7], на уроках контролю та обліку знань учнів, як і на уроках узагальнення та поглиблення знань, розв'язуванню експериментальних задач можна присвятити значну частину уроку або навіть весь урок. При цьому, як зазначається там само, доцільно розв'язувати більш складні задачі, зокрема комбіновані, які вимагають знань з різних розділів курсу фізики.

Спостереження вчителя за виконанням експериментальних задач, обговорення отриманих результатів дають йому інформацію про рівень відповідних знань, умінь та навичок учнів. Вислуховуючи відповіді про результати роботи, зазначається у [34, с. 28], вчитель фактично здійснює опитування, за наслідками якого він може оцінити роботу окремих учнів.

Комбінований урок. До цього типу відносять уроки, що мають декілька дидактичних цілей (наприклад, перевірка домашнього завдання та повторення вивченого матеріалу, вивчення нового матеріалу, закріплення та використання нових знань тощо). Цими цілями й визначається доцільність використання конкретної експериментальної задачі на кожному з етапів такого уроку.

Отже, за відповідних умов використання експериментальних задач на уроках фізики може мати велику педагогічну цінність. Під “відповідними умовами” ми маємо на увазі наступне. Добираючи експериментальні задачі, треба враховувати вік учнів, їхні психологічні особливості та рівень знань з фізики. Форма постановки задачі має бути зручною для розв'язування на конкретному етапі уроку [80, с. 8]. Крім того, досвід показує, що експериментальні задачі дають ефект саме тоді, коли з учнями проводиться окрема цілеспрямована підготовка до їх розв'язування (докладніше про неї йтиметься у другому розділі дисертації).

Проте місце експериментальних задач у навчанні фізики не обмежується уроками різних типів. Неабияку роль вони відіграють також на факультативних заняттях з фізики та у позаурочній роботі учнів (фізичні та фізико-технічні гуртки, олімпіади, конкурси, домашній експеримент тощо).

Виключне значення мають експериментальні задачі для *винахідницької діяльності* учнів (яка спрямована на розв'язування певних фізико-технічних проблем). Це пов'язано з тим, що її необхідним (та дуже важливим) компонентом є проведення *експериментального дослідження*, яке за структурою можна представити у вигляді низки *експериментальних задач*. У

зв'язку з цим успішність всієї винахідницької діяльності залежить від рівня розвитку в учнів уміння формулювати і розв'язувати експериментальні задачі.

Деякі питання, що стосуються проблеми організації та підвищення успішності самої винахідницької діяльності у процесі навчання фізики, вже розглядалися у науково-методичній літературі (у першу чергу це [39; 65; 152]). Підкреслює значущість даної проблеми також запровадження Міністерством освіти і науки України широкого спектра заходів позаурочної роботи, які сприяють винахідницькій діяльності учнів.

Так, фізичні олімпіади різних етапів мають експериментальні тури. У них учням пропонується розв'язати одну або декілька експериментальних задач, в яких зазвичай присутній винахідницький аспект (наприклад, необхідно запропонувати спосіб або пристрій для вимірювання деякої фізичної величини). При цьому складність задач обласного та загальнодержавного етапів олімпіад (не говорячи вже про міжнародні олімпіади) вимагає від учасників олімпіад досить високого рівня підготовленості до їх розв'язування. Зрозуміло, що без спеціальної цілеспрямованої підготовки можна навіть не сподіватися на успішне їх розв'язання.

Сприяють залученню учнівської молоді до винахідницької діяльності також всеукраїнські творчі конкурси та турніри фізико-технічної спрямованості. Так, у Всеукраїнському конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт учнів – членів Малої академії наук (МАН), зокрема на її науково-технічному та фізико-математичному відділеннях, значна частина робіт має винахідницький характер (про деякі з них йтиметься у третьому розділі дисертації).

Винахідницькі задачі (під якими А.А. Давиденко розглядає такі, в результаті технічного розв'язання яких одержується новий *продукт* або *спосіб* досягнення корисного ефекту [65, с. 106]) широко представлені на Всеукраїнських турнірах юних винахідників і раціоналізаторів та на турнірах юних фізиків.

Суттєво сприяють розвиткові творчої активності старшокласників щорічні конкурси: Всеукраїнський тиждень юних раціоналізаторів та винахідників “Природа – людина – виробництво – екологія” та Всеукраїнський тиждень науки, техніки, винахідництва та раціоналізаторства. У них беруть участь учні та студенти, які мають власні наукові розробки або технічні рішення, робота над якими, як правило, передбачає розв'язування конкретних експериментальних задач.

Слід також згадати про міжнародні конкурси, у яких наша країна почала брати активну участь відносно недавно. Для прикладу вкажемо на:

- Міжнародний конкурс науково-технічної творчості школярів *Intel ISEF (International Science and Engineering Fair)*;
- Міжнародний конкурс молодіжних проектів з енергозбереження “*Енергія і середовище*”;
- Міжнародний конкурс “*Стокгольмський юнацький водний приз*” (*Stockholm Junior Water Prize*).

Звернемо увагу на те, що назви зазначених конкурсів самі підказують *актуальні напрямки* винахідницької діяльності старшокласників. Передусім, це *проблеми екології та енергозбереження*. Про актуальність екологічного напрямку свідчать, наприклад, матеріали [73] та [112]. Проблемі енергозбереження присвячено [75].

Елементи винахідницької діяльності доцільно використовувати не тільки у позаурочній роботі, а і безпосередньо під час фронтальних лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму (про це окремо йтиметься у третьому розділі).

Зважаючи на вищезазначене, можна зробити висновок про те, що у сучасній середній школі експериментальні задачі можуть відігравати неабияку навчальну роль. І це ми пов'язуємо не тільки з їхніми можливостями щодо формування і розвитку в учнів експериментальних умінь та дослідницьких навичок і їхнім значенням для підготовки до олімпіад, конкурсів та турнірів з фізики. Дослідження психологів та дидактів показали, що одні й ті ж самі цілі навчання можуть бути досягнуті різним сполученням методів навчання завдяки їхнім *компенсаторним* можливостям. Більш того, можлива заміна однієї системи методів навчання іншою [127, с. 10, 14]. Ними ж виявлена різниця в ефективності використання одного і того ж методу навчання у процесі досягнення різних дидактичних цілей.