

ність при вивченні, наприклад, фізики можна через систему спеціально поставлених навчально-дослідницьких фізичних задач (НДФЗ), сутність яких була з'ясована нами у праці [3]. У цій статті ми обґрунтуємо основні засади пропонованої нами класифікації НДФЗ, а також висвітлюємо принципи їх систематизації, спрямованої на ефективний розвиток продуктивного мислення суб'єктів навчання.

Питання будь-якої класифікації передбачає виявлення ознак, за якими вона здійснюється. Наприклад, А.Давиденко та М.Дідович пропонують диференціювати всі дослідницькі задачі на теоретичні, експериментальні та комбіновані [5]. Досить широка систематизація дослідницьких задач за різними ознаками була здійснена Г.Касяною [9].

Ми ж поставили собі за мету класифікувати НДФЗ, реалізуючи принципи відносного і безвідносного підходів стосовно того хто їх розв'язує [1], оскільки поставлена перед конкретним учнем задача повинна виконувати як дидактичні, так і розвиваючо-виховні функції. Одна справа коли вчитель сподівається за допомогою поставленої задачі організувати навчальне дослідження учня, а інша — чи стане розв'язок даної задачі для учня справді дослідженням і чи дійсно при цьому розвиватимуться навички продуктивного мислення та опановуватимуться наукові методи досліджень.

Систематизація дослідницьких задач за В.Касяною, в силу специфіки її досліджень [9], відображає лише безвідносний підхід до їх класифікації, оскільки ґрунтується на аналізі предмету навчальних досліджень. Натомість Ю.Галатюк запропонував класифікацію експериментальних навчальних дослідницьких завдань (ЕНДЗ) з фізики на основі узагальненого об'єкту дослідження, логічної структури виконання і співвідношення логічних та інтуїтивних методів розв'язування. Згідно цієї класифікації, ЕНДЗ слід розмежовувати на: *дослідження фізичного закону або наслідку з нього; визначення, дослідження фізичних величин, характеристик фізичних об'єктів; передбачення результатів експерименту; дослідження фізичних явищ і процесів*. Причому останній клас ЕНДЗ, у свою чергу, поділяються на три типи: *емпірично-індуктивний, аналітико-дискурсивний та аналітико-інтуїтивний* [2]. Даний підхід до класифікації експериментальних дослідницьких завдань був частково нами реалізований при здійсненні класифікації усіх навчально-дослідницьких задач.

Оскільки дидактичною метою впровадження будь-якої дослідницької задачі, окрім надання учням нової інформації, є ознайомлення їх з методами фізичних досліджень, а в перспективі вироблення вмінь застосовувати ці методи, то питання класифікації НДФЗ необхідно розглядати відповідно до таких методів.

Як відомо, до основних методів емпіричних досліджень відносяться *спостереження та експеримент*. Стосовно першого методу О.Сергєєв зазначав, що, не дивлячись на те, що спостереження *“спираються перед усім на роботу органів відчуття”*, вони не виключають мислення учнів [17]. Педагогічна цінність спостережень полягає у формуванні вмінь виявляти основні та другорядні якості предметів, явищ, істотні і неістотні їх ознаки, спонукають до всебічного аналізу предмету спостережень.

Але не кожне спостереження стає для учня дослідницькою задачею в нашому розумінні, оскільки за характером пізнавальної діяльності вони поділяються на ілюстративні, частково-пошукові та дослідницькі. Зрозуміло, що спостереження саме останнього типу слід вважати НДФЗ [17].

Стосовно другого методу емпіричних досліджень — експерименту, слід зауважити, що у методологічному відношенні навчальний експеримент різко відрізняється від наукового за завданнями, складністю та числом проведених дослідів, їх варіативністю, обладнанням, техніці вимірювань і розрахунків тощо. При цьому дидактика висуває ряд вимог щодо створення ком-

плексу експериментальних вмінь методологічного характеру: описати спостереження чи дослід; підмітити різницю між тим, що очікувалось отримати і що дійсно одержали в ході експерименту; відрізнити в ньому істотне від другорядного; зробити передбачення подальшого ходу експерименту; самостійно висунути гіпотезу (зробити висновок), який пояснює отриманий результат; використати графіки та таблиці.

Згідно відносного підходу до трактування поняття НДФЗ ті з них, що забезпечують ознайомлення та прищеплення навичок емпіричних фізичних досліджень, слід віднести до практичних задач, оскільки при їх розв'язуванні учень взаємодіє із зовнішнім середовищем [1]. Визначення поняття практичної НДФЗ неможливе без аналізу класу задач, які у методі фізики прийнято називати *експериментальними*. Під експериментальною фізичною задачею прийнято розуміти таку, що *“вимагає для розв'язування проведення експерименту або фізичних вимірювань, крім фізичного мислення і, можливо, математичних обчислень”* [7]. Зауважимо, що експериментальна задача (або задача-спостереження) може і вдосконалювати навички методів наукових досліджень, наприклад, техніку здійснення вимірювань фізичних величин, але, не будучи творчою, вже не є дослідницькою. Отже, поняття *“практична НДФЗ”* є видовим по відношенню до поняття *“експериментальна задача”* та *“задача-спостереження”*. Але при певній постановці вказаного виду навчальних задач (добір засобів вимірювання, розробка моделі експерименту тощо) вона для конкретного учня стає справді дослідницькою. Дана ситуація, зрозуміло, виникає за реалізації основних принципів розвиваючого навчання і, зокрема, принципу проблемності, який, як відомо, потребує самостійної діяльності учнів.

З точки зору діяльнісного підходу більшість методистів схильні розмежовувати процес розв'язування експериментальних задач на наступні етапи: *“1) підготовчий; 2) дослідницький; 3) реалізуючий (вимірювальний); 4) підсумковий”* [6]. Зрозуміло, що розв'язування не кожної експериментальної задачі потребує виконання всієї послідовності розглянутих етапів, оскільки деякі з них зводяться лише до одноразового прямого вимірювання або спостереження перебігу явища і формулювання висновків на якісному рівні. Поряд з цим, практика показує, що переважна частина учнів не готові до здійснення самостійного експериментального дослідження в усьому обсязі, оскільки методи суто наукових досліджень не можна переносити *“у чистому вигляді”* на навчальну діяльність. Для того, щоб задача дійсно стала для учня навчально-дослідницькою, необхідно забезпечити творчу реалізацію хоча б одного з вище перерахованих етапів. Тому з дидактичних міркувань є сенс у постановці експериментальних дослідницьких задач, спрямованих на: а) *вибір оптимальних засобів вимірювання*; б) *розробку моделі експерименту*, що передбачає висунення *гіпотези*, залучення *уявного експерименту* та наведення *аналогій*; в) *формулювання висновків* на основі результатів експерименту (спостережень); г) *комплексне застосування методу експериментальних досліджень* із залученням декількох або всіх його етапів.

Для ілюстрації вищесказаного розглянемо задачу на добір засобів вимірювання.

Задача 1. Перевірити на досліді, як залежить напруження на затискачах джерела струму від опору зовнішнього кола. Побудувати графік цієї залежності. Обладнання дібрати самостійно.

Якщо дана задача буде поставлена пересічному учню 10-го класу, то ймовірно очікувати, що творчого підходу при її розв'язуванні вимагатиме саме вибір оптимальних засобів вимірювання, хоча при її розв'язуванні в тій чи іншій мірі виконуватимуться й інші пункти вищевказаної класифікації. Дійсно, навички складання електричних кіл та вимірювання відповід-

них фізичних величин формувалися у цього учня під час вивчення курсу фізики 8-го класу. Вміння будувати графіки функцій та робити на їх основі висновки про характер залежності між величинами — на уроках математики та фізики у попередніх класах. Але очевидно, що при розв'язуванні цієї задачі найскладнішою дією для учня буде підбір магазину резисторів з оптимальними опорами (або амперметрів у випадку непрямих вимірювань опорів) і вольтметрів потрібних діапазонів вимірювання напруги.

Як відомо, до теоретичних методів пізнання у фізиці відносяться: *ідеалізація, моделювання, аналогія, уявний експеримент, гіпотеза* [16]. Коротко розглянемо сутність кожного з них.

Ідеалізація — це мислене утворення абстрактних об'єктів в результаті відокремлення від принципової неможливості здійснити їх практично [16]. На жаль, основна маса учнів не може користуватись цим методом теоретичного пізнання, хоча в певній мірі вони й знайомі із прийомом абстрагування від конкретних ситуацій, або їх окремих сторін, однак ідеалізація передбачає ще й вміння відокремлювати в кожному даному явищі суттєве від другорядного. Тому, як показує практика, дослідницькі задачі, спрямовані на формування вмінь здійснювати фізичну ідеалізацію, потрібно ставити перед учнями не в прямому виді, а через реалізацію системи вже *відомих* їм конкретних видів *ідеалізованих об'єктів* та *процесів* у поєднанні з іншими методами наукового пізнання. Одним з таких методів, що безпосередньо зв'язаний з ідеалізацією, є *моделювання* [16].

З точки зору фізики “моделювання — це матеріальне або уявне створення штучних систем, які відтворюють певні властивості об'єктів, що вивчаються”. Моделі, як правило, поділяють на два великі класи: *матеріальні* та *ідеальні*. До першого класу відносяться об'єкти природи, до другого — ідеальні об'єкти, виражені у відповідній знакової формі (абстрактно-математичні моделі) [16].

Матеріальним моделям притаманна особлива дидактична функція — створення наочних образів фізичних понять (модель броунівського руху, кристалічної ґратки, ліній напруженості електричного поля тощо). Але при цьому виникає небезпека ототожнення в уяві учнів наглядно-образної моделі з реальним досліджуваним об'єктом. Так, частина учнів вважають, що молекули — це маленькі пружні кульки, кристалічна решітка — це кульки, закріплені на стрижнях тощо. Подібні зовнішні ознаки матеріальних моделей навіть старшокласники досить часто переносять і на ідеальні моделі. Тому є сенс спрямувати постановку частини дослідницьких задач на формування в учнів розуміння *відмінностей між моделлю досліджуваного об'єкту (процесу) і самим об'єктом (процесом)*, показуючи принципову обмеженість тієї чи іншої моделі та пов'язаної з нею ідеалізацією. Без таких “застережних заходів” ідея опанування школярами методів теоретичних досліджень позбавлена науковості.

Як і будь-який метод наукових досліджень, метод моделювання не можна пропонувати учням у “числовому” вигляді, а необхідно створювати передумови формування вмінь застосовувати його елементи, наприклад, вмінь *використовувати готові моделі*.

Наступний метод — метод *аналогій* є не тільки потужним методом суто фізичних досліджень, а й досить ефективним дидактичним засобом при викладанні навчального курсу фізики, оскільки дозволяє створити передумови наочної інтерпретації складно уявлених процесів та об'єктів, спростити викладання теоретичного матеріалу, полегшити розв'язування учнями навчальних задач тощо. Дидактичні засади впровадження методу аналогій у курс фізики середньої школи розроблялися авторами [14,16]. Г.Редько, спираючись на психологічні механізми здійснення умовиводів за аналогією, пропонує впроваджувати у шкільну практику аналогії на основі *зіставлення і протистав-*

лення, зведення складного до простого, асоціації за подібністю [14]. Зазначимо також, що будь-яка аналогія досліджуваного явища або об'єкта є одночасно і його моделлю. Тому деякі науковці схильні виділяти, як окремий, метод моделей і аналогій [10].

Досить важливим методом теоретичного пізнання у фізиці є також і *уявний експеримент*. Під ним розуміють теоретичний аналіз такої експериментальної ситуації, яку ніколи не можна створити в дійсності [16]. Уявний експеримент, як дидактичний прийом, виконує важливі пізнавальні функції: він є наочним засобом при викладанні складного матеріалу, а також способом доведень принципів положень (виведення формули архімедової сили, основного рівняння МКТ, основних положень теорії відносності тощо). Формування вмінь застосовувати уявний експеримент в процесі розв'язування учнями НДФЗ слід у системі з іншими методами наукового пізнання, особливо при *доведенні гіпотез* на основі умовиводів.

І, нарешті, останнім методом фізичних теоретичних досліджень, елементи якого, на нашу думку, слід впроваджувати в дослідницьку діяльність учнів, є *метод гіпотез*. Під гіпотезою, як правило, розуміють “висунуте на основі відомих фактів передбачення про безпосередньо спостережувані форми зв'язку явищ чи внутрішні механізми, що обумовлюють ці явища і притаманні їм форми зв'язку”. Вчені виділяють три стадії розвитку гіпотези: 1) висловлення припущення на основі накопичених фактів; 2) формування гіпотези на основі припущення, тобто висунення наслідків на основі цілої передбачуваної теорії; 3) перевірка та уточнення гіпотези на практиці [16]. Розв'язування навчальних задач цим методом повинно сприяти інтенсивному розвитку продуктивного мислення учнів, але, як показує педагогічна практика та системні дослідження, більшість учнів не готова до його комплексного застосування [11]. Подолати дану суперечність можна постановкою навчальних дослідницьких задач, спрямованих на формування вмінь застосовувати окремі етапи процесу розвитку гіпотез. Так, Л.Момот пропонує впроваджувати локально-дослідницькі завдання на *постановку проблеми, на побудову гіпотези та її доведення* [11]. Відповідним чином, очевидно, слід виділяти й класи НДФЗ, розв'язування яких ґрунтуються на окремих стадіях гіпотетичного методу пізнання. В силу вищесказаного, ми схильні розглядати класи НДФЗ, спрямованих як на окремі стадії розвитку гіпотези (*висунення припущень і формування гіпотези та її перевірку*), так і на *комплексне застосування методу гіпотез* у навчальних дослідженнях.

Оскільки ознайомлення старшокласників із основними методами наукового пізнання та вироблення у них вмінь застосовувати ці методи слід реалізовувати через впровадження системи дослідницьких задач, то логічно було б передбачити постановку НДФЗ з вимогою реалізації того чи іншого методу пізнання. У сучасній методиці фізики розроблені теоретичні засади впровадження у шкільну практику задач на створення моделей та висунення або доведення гіпотез [11,12]. Але, на жаль, задачі, вимога яких була б конкретно спрямована на побудову аналогій або на здійснення уявного експерименту, зустрічаються рідше.

Як приклад розглянемо задачу, вимога якої безпосередньо спрямована на побудову аналогій.

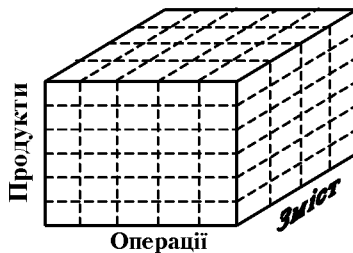
Задача 2. Виходячи з формул законів всесвітнього тяжіння і Кулона, які подібні за формою, хоча й описують закономірності різної природи, з'ясуйте: 1. Яка величина в законі всесвітнього тяжіння є аналогом заряду в законі електростатики Кулона? 2. Яка величина, зумовлена тяжінням, відіграє роль, подібну до напруженості електричного поля точкового заряду

$E = \frac{kq}{r^2}$? Запишіть формулу цієї величини. Чому вона чисельно дорівнює? 3. Який вигляд має формула по-

тенціалу ϕ гравітаційного поля точкового тіла, якщо потенціал електричного поля точкового заряду $\phi_e = \frac{kq}{r}$? Запишіть формулу роботи сили тяжіння за аналогією з формулою роботи в електростатичному полі $A = q_0(\phi_2 - \phi_1) = q_0\left(\frac{kq}{r_2} - \frac{kq}{r_1}\right)$. Використавши цю формулу, обчисліть другу космічну швидкість тіл, що стартують з поверхні Землі v_2 .

Але здебільшого такі методи наукового пізнання як метод аналогій та уявний експеримент виступають лише в ролі частини методів розв'язування НДФЗ. Однак, наведення аналогій та здійснення уявного експерименту — це по суті створення моделі реально існуючих об'єктів. Окрім цього, уявний експеримент може бути ефективним засобом доведення або спростування гіпотез. Тому НДФЗ, які за дидактичними функціями спрямовані на формування вмінь будувати моделі, можуть одночасно й формувати навички наведення аналогій, а НДФЗ на застосування готових моделей і перевірку гіпотез інколи потребують залучення уявного експерименту.

Здійснені нами дослідження, аналіз методичної літератури та наявних у сучасній методиці фізики навчальних дослідницьких задач, дозволяють запропонувати їх класифікацію за методами наукового пізнання і дидактичними цілями [15], що дає можливість визначити конкретні види задач (якісні, розрахункові, графічні тощо), які підлягають тому чи іншому класу. Таких класів є 10: 1) задачі на дослідження відмінностей між моделлю та її реальним прообразом (об'єктом, явищем, процесом); 2) задачі на дослідження або пояснення відомих фактів та положень за допомогою готових моделей; 3) задачі на формулювання висновків із спостережень та експериментів; 4) задачі на перевірку гіпотез; 5) задачі на розробку моделі експерименту; 6) задачі на добір засобів вимірювання; 7) задачі на побудову моделі (ідеальної); 8) задачі на висунення припущень і формулювання гіпотез; 9) задачі на комплексне застосування методу гіпотез; 10) задачі на комплексне застосування експериментального методу.



Мал. 1

Для впровадження вищевказаних класів задач у шкільну практику з метою розвитку продуктивного мислення учнів природно поставити у відповідність кожному класу певний вид розумових дій. Тому нашу увагу привернули експертні оцінки, здійснені групою американських психологів на чолі з Дж. Гілфордом при створенні інформаційної моделі інтелекту (SOI). Згідно цієї моделі, інтелект людини можна уявляти як систему, що приймає, перетворює і видає інформацію. В результаті було виділено 120 елементарних інтелектуальних здатностей, що утворюються за рахунок накладання трьох параметрів: 5-ти операцій (характерів та здатностей розумової діяльності при переробці інформації), які здійснюються над 4-ма типами змісту мислительних процесів та 6-ти видів утворюваних в результаті інтелектуальних продуктів. Якщо всі три параметри відкласти у трьох взаємно перпендикулярних напрямках, то їх накладання утворить модель інтелекту людини (мал. 1). Кожній елементарній здатності відповідає комірка в цьому паралелепіпеді [8]. Згідно результатів експертних оцінок фактори операцій та продуктів

за рівнем значущості для розв'язування творчої проблеми слід розмістити наступним чином. **Операції:** 1) дивергентне продукування або дивергентне мислення; 2) конвергентне продукування або конвергентне мислення; 3) розуміння; 4) оцінка; 5) запам'ятовування. **Продукти:** 1) трансформації або перетворення; 2) імплікації; 3) системи; 4) класи; 5) відношення; 6) одиниці. Природно поставити у відповідність інтелектуальним операціям в моделі Гілфорда вищевказані класи навчальних задач дослідницького характеру.

Зрозуміло, що постановку НДФЗ слід здійснювати поетапно із зростанням ступеня їх операційної складності в процесі засвоєння учнями певного завершеного блоку навчального матеріалу (теми, розділу, курсу тощо). На нашу думку, системний підхід до їх упровадження передбачає розподіл цих задач за рівнем складності, які слід розмежовувати не стільки за ознакою кількості дій, скільки за об'єктивною складністю для учнів інтелектуальних операцій у моделі інтелекту за Дж. Гілфордом, а також на основі наших спостережень та експертних оцінок практикуючих вчителів фізики. Тому ці рівні складності ми назвали операційними. Кожен наступний етап відповідає задачам вищого операційного рівня складності.

Також нами була розглянута можливість узгодження таких факторів як операції й продукти розумової діяльності в моделі інтелекту SOI з етапами засвоєння знань за І.Зінченком [13].

Найнижчому нульовому рівню відповідає підготовчий етап, який потребує з'ясування меж зони ближнього розвитку учнів, тобто діагностики рівня засвоєння ними нового матеріалу та попередніх знань. Ми пропонуємо здійснювати цю діагностику за допомогою відповідних завдань, структура яких та приклади практичної реалізації висвітлені в праці [4]. З точки зору моделі Гілфорда зміст цих завдань спрямований в основному на залучення операції запам'ятовування (тобто збереження й відтворення інформації) з утворенням *одичних елементів* (відомостей) та *відношень* (чітких зв'язків між елементами), як продуктів розумової діяльності [8]. А етапом засвоєння знань при цьому є *опанування фактичного змісту* нового знання [13]. Застосування таких завдань дозволяє виявити прогалини в знаннях кожного учня і на основі цього умовно розмежувати школярів на відповідні групи з метою впровадження елементів індивідуалізованого та диференційованого навчання.

Першому операційному рівню складності відповідають задачі на дослідження відмінностей між моделями та їх реальними прообразами (об'єктами, процесам) та дослідження на основі готових моделей. Їх, як правило, доцільно ставити перед учнями на початку вивчення нового матеріалу з розділу, теми, курсу тощо, забезпечуючи таким чином етап *подальшого вдосконалення знань* [13]. В ході розв'язування задач першого операційного рівня складності учні здійснюють операцію *оцінювання* в розумінні моделі інтелекту Гілфорда. Дана операція є "інструментом порівняння" придатності в даному випадку ідеалізованої моделі. Оцінювальне мислення не породжує нової інформації, а виносить судження відносно того, що вже встановлено.

Для прикладу розглянемо задачу на дослідження відмінностей між моделлю та реальним об'єктом.

Задача 3. Як зміниться тиск повітря в кімнаті, якщо воно набере властивостей ідеального газу?

Для розв'язування цієї задачі учню необхідно здійснити інтелектуальну операцію *оцінювання*, тобто порівняння з еталоном (стандартом). У даному випадку — це властивості ідеального газу. Порівнюючи їх із властивостями реального газу, учень повинен врахувати сили взаємодії між молекулами повітря. У випадку зникнення цих сил тиск повітря повинен трохи зрости. З точки зору моделі Гілфорда, продуктом розумової діяльності, утвореним в результаті розв'язку такої зада-

чі, є відношення, оскільки цей продукт виражає чіткий зв'язок між речами: такі вирази, як “більше, ніж” чи “протилежний”, — приклади різних відношень [8].

Ілюстрацією задачі на дослідження за допомогою готових моделей може бути така.

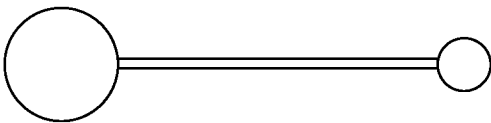
Задача 4. Молекули газу розпадаються на атоми (дисоціюють) при сталій температурі. Як це відбудеться на тиску газу в закритій посудині?

Щоб розв'язати цю задачу учень теж повинен здійснити операцію оцінювання значень тисків до і після дисоціації, т. т. порівняти їх за допомогою стандарту (моделі) — основного рівняння МКТ газів $p = nkT$. Дане рівняння є готовою моделлю, на основі якої здійснюється дослідження. Оскільки після дисоціації концентрація молекул газу збільшиться, то й зросте значення тиску. Продуктом інтелектуальної діяльності в даному випадку є класи — сукупність відомостей, згрупованих до загальних елементів чи властивостей за якимись ознаками [8]. Тут відомості стосуються таких елементів як газ до та після дисоціації, його тиск, концентрація молекул тощо. Спільною ознакою є опис станів обох газів одним рівнянням. Зрозуміло, що розв'язавши цю задачу, учень окрім класів отримає ще й такі продукти, як елементи та відношення (“чим більша концентрація тим більший тиск” тощо). Але класи за своїм значенням, як результат творчого пошуку, важливіші. Така сукупність декількох видів операцій та продуктів розумової діяльності притаманна при розв'язуванні інших типів НДФЗ.

Задачі другого рівня складності спрямовані на формулювання висновків із спостережень та експериментів та на перевірку або доведення гіпотез. Їх виконання теж потребує здійснення декількох операцій, найціннішими з яких є розуміння (впізнання або усвідомлення інформації) та конвергентне продукування (заглиблення у структуру внутрішньої сутності проблеми).

Як приклад розглянемо задачу на формулювання висновків із експерименту.

Задача 5. Через дві соломинки, по-черзі, видуйте дві мильні бульбашки різних радіусів, затискуючи потім соломинки так, щоб повітря із бульбашок не виходило. Щільно з'єднайте вільні кінці соломинок і звільніть місця їх стиску щоб повітря могло вільно переходити із однієї бульбашки в іншу (мал. 2). Дослідіть як змінюватимуться при цьому розміри бульбашок. Поясніть спостережуване явище та зробіть висновок про залежність додаткового (лапласівського) тиску, зумовленого кривизною поверхні рідини, від її радіусу.



Мал. 2

Для розв'язування цієї задачі учню необхідно здійснити операцію розуміння (впізнання). Операція розуміння — це процес відкриття, що здійснюється за допомогою всіх п'яти органів відчуття, а також розуміння ідей, концепцій і принципів [8]. У даному випадку на основі спостереження факту переходу повітря з меншої бульбашки в більшу, учень повинен усвідомити, що додатковий (лапласівський) тиск випуклої поверхні рідини меншого радіуса кривизни — більший. Це усвідомлення є продуктом інтелектуальної діяльності, який слід віднести до імплікацій — екстраполяцій інформації до попереднього, теперішнього і наступного, тобто здійснення можливих висновків або установлених зв'язків у наявній інформації [8].

Розв'язування задач на доведення або перевірку гіпотез, як правило, потребують залучення усіх видів операцій, окрім, можливо, дивергентного продукування, оскільки при їх розв'язуванні вимагається однозначна

відповідь (спростування або доведення гіпотез). Як приклад, розглянемо наступну задачу.

Задача 6. Яка величина, частота чи довжина хвилі, зміниться під час переходу звуку з повітря у воду? У скільки разів?

У даному випадку учень повинен довести чи спростувати наступні гіпотези: 1) частота звукової хвилі при переході з повітря у воду змінюється; 2) довжина звукової хвилі при переході з повітря у воду змінюється; 3) частота (довжина) звукової хвилі при переході з повітря у воду не змінюється. Успішне розв'язування учнем цієї задачі можливе у випадку розуміння (усвідомлення) ним процесу переходу механічної хвилі з одного середовища в інше, зокрема того факту, що частота хвилі однозначно визначається її джерелом. У результаті чого частинки повітря примушують коливатися частинки води з тією ж частотою що й самі. До цього ж висновку учень може прийти, якщо задає (операція відтворення вже набутої інформації), що звук при переході з повітря у воду не спотворюється (адже людина під водою досить чітко розрізняє джерела звуків), а отже й частота звуку (висота тону) зберігається. У даному випадку на основі операцій запам'ятовування або розуміння здійснюється операція конвергентного продукування — логічний умовивід: частота звукової хвилі при переході з одного середовища в інше не змінюється. Нескладно помітити, що залучення операцій запам'ятовування, оцінки, розуміння, конвергентного продукування необхідне й для доведення або спростування інших гіпотез та оформлення розв'язку задачі. Очевидно, що з усіх видів інтелектуальних продуктів, утворених при розв'язуванні такої задачі найважливішим є система — цілісна мережа, складена з окремих понять або інших елементів. Прикладами систем є розрахунки, рівняння, передбачення і розповіді [8]. Отже, НДФЗ другого операційного рівня складності відповідають етапу систематизації знань [13].

Третью рівню складності відповідають задачі на: добір засобів вимірювання, розробку моделі експерименту, побудову ідеальної моделі, висунення припущень і формулювання гіпотез. Розв'язування задач на добір засобів вимірювання в основному потребує залучення операції дивергентного продукування (розгляд проблеми “з усіх сторін”), оскільки воно передбачає можливість отримання декількох правильних відповідей. Розв'язуванню задач на розробку моделі експерименту, відповідають операції конвергентного та дивергентного продукування тому, що серед задач цього класу зустрічаються такі, які вимагають однозначної відповіді, хоча зрозуміло, що хід самого експерименту може розроблятися декількома правильними способами. Інтелектуальними продуктами у випадку розв'язку задач на добір засобів вимірювання та розробку моделі експерименту є системи.

До розв'язування задач на побудову ідеальної моделі застосовуються операції конвергентного продукування, як, наприклад, у випадку необхідності побудови графіка, і елементи дивергентного продукування, наприклад, при створенні аналітичної моделі розв'язку задачі декількома способами. Таких же інтелектуальних операцій моделі інтелекту Гілфорда потребує процес розв'язування задач на висунення припущень і формулювання гіпотез. Дійсно, акт висунення будь-якої гіпотези потребує певної варіативності декількох передбачень (ідей), що реалізується через механізми дивергентного мислення. Проте задача даного класу вважається розв'язаною лише тоді, коли гіпотеза буде доведена або експериментально, або на основі логічних умовиводів чи розрахунків. Реалізація останнього процесу потребує конвергентного продукування. Зрозуміло, що продуктами інтелектуальної діяльності у випадку розв'язку задач двох вищевказаних класів є трансформації — перетворення, переосмислення інформації, надання їй нового бачення [8]. Ми рекоменду-

емо задачі третього операційного рівня складності ставити перед учнями на етапах застосування на практиці та закріплення знань [13].

Четвертому, найвищому, рівню складності відповідають задачі на формування вмінь *комплексно застосовувати наукові методи пізнання*. Виконання таких задач еквівалентне здійсненню невеликих самостійних досліджень учнів, споріднених із дослідницькою діяльністю вчених. Зрозуміло, що це під силу найпідготовленішим школярам, оскільки від них вимагається вміння не лише розв'язувати проблему, а й самостійно й правильно ставити її. Навчально-дослідницька діяльність такого роду здійснюється в основному в позаурочний час, тому відповідні їй задачі ми схильні розглядати як дослідницькі завдання в системі МАН або довгострокові дослідницькі завдання. При розв'язуванні НДФЗ четвертого операційного рівня складності, як і в задачах попереднього рівня, залучаються операції *конвергентного і дивергентного продукування* й продуктами розумової діяльності є *імплікації, системи та трансформації*. Оскільки зміст таких задач охоплює значний обсяг навчального матеріалу, а у деяких випадках навіть виходить за його межі, то це створює передумови ефективної реалізації етапу *закріплення знань* [13].

Отже, на основі наших досліджень, спираючись на інформаційну модель інтелекту Гілфорда та концепцію поетапності формування дій відповідно до етапів засвоєння знань, ми пропонуємо систематизацію НДФЗ за їх операційними рівнями складності. Причому, тут під складністю, як уже наголошувалось раніше, ми розуміємо об'єктивну складність розумових операцій, а не кількість дій, необхідних для розв'язування задачі.

Відношення між елементами пропонованої нами системи НДФЗ зображені в такій таблиці.

Операційні рівні складності	Класи НДФЗ за дидакт. цілями	Операції	Продукти розумової діяльн.	Етапи засвоєння знань
Підготовчий етап	Діагностичні завдання (до НДФЗ не відносяться)	Запам'ятовування	Одиничні елементи; відношення	Опанування фактичного змісту нового знання
I-ий рівень	На дослідження відмінностей між моделлю та реальним об'єктом (процесом); дослідження на основі готових моделей	Оцінка	Відношення; класи	Подальше вдосконалення знань
II-ий рівень	На формулювання висновків із спостер. та експер.; перевірку або доведення гіпотез	Розуміння; конвергентне продукування	Системи; імплікації	Систематизація знань
III-ий рівень	На добір засобів вимірювання; розробку моделі експерименту; побудову моделі (ідеальної); висунення припущень і формулювання гіпотез	Конвергентне продукування; дивергентне продукування	Системи; трансформації	Застосування знань на практиці; закріплення знань
IV-ий рівень	На комплексне застосування наукових методів пізнання	Конвергентне, дивергентне продукування	Системи; імплікації; трансформації	Закріплення знань

Зупинимось коротко на окремих видах НДФЗ даної класифікації. Всі задачі на дослідження відмінностей між моделями та їх реальними праобразами (якісні, розрахункові, графічні), в силу їх нечисленності, ми

схильні зводити до одного виду. Відомими ідеальними моделями, на основі яких можлива побудова навчальних досліджень учнів при вивченні курсу фізики, є: теоретичні положення (факти, правила, закони), математичні вирази та графіки. Очевидно, що відповідного підходу потребує й розмежування класу НДФЗ з дослідження на основі готових моделей. З подібних міркувань ми розмежували клас задач на побудову ідеальної моделі на два види: задачі на побудову аналітичної моделі та задачі на побудову графічної моделі. А задачі на здійснення повного циклу навчальних досліджень природно розділити на теоретичні та експериментальні (практичні). Усі інші класи НДФЗ даної системи на окремі види нами не розмежувались.

Отже, основні види навчальних дослідницьких задач з фізики в межах окремого блоку навчального матеріалу систематизовані нами наступним чином.

І рівень

1. Дослідження відмінностей між моделями та їх реальними праобразами.
2. Дослідження на основі готових моделей:
 - 2.1. Відомих положень, правил, фактів, законів.
 - 2.2. Відомих математичних співвідношень.
 - 2.3. Графіків.

II рівень

3. Дослідження на формування висновків із спостережень та експериментів.
4. Дослідження на перевірку або доведення гіпотез.

III рівень

5. Дослідження на висунення припущень і формулювання гіпотез.
6. Дослідження на побудову ідеальної моделі.
 - 6.1. графічної.
 - 6.2. аналітичної.
7. Дослідження на добір засобів вимірювання.
8. Дослідження на розробку моделі експерименту.

IV рівень

9. На комплексне застосування наукових методів пізнання.
 - 9.1. теоретичних.
 - 9.2. експериментальних.

Список використаних джерел:

1. Балл Г.А. Теория учебных задач. — М.: Педагогика, 1990. — 183 с.
2. Галатюк Ю.М. Організація дослідницької роботи учнів під час вивчення фізики в старших класах середньої школи: Дис... канд. пед. наук. — К., 1998. — 156 с.
3. Галатюк Ю., Рибалко А. Впровадження системи дослідницьких задач в курсі фізики середньої школи // Сучасні технології в науці і освіті: Збірник наукових праць: В 3-х томах. — Кривий Ріг: Видавничий відділ КДПУ, 2003. — Т.2. — С.49-55.
4. Галатюк Ю., Рибалко А. Керування пізнавальною діяльністю учнів за допомогою навчально-діагностичних завдань. // Теорія і методика навчання математики і фізики. Збірник наукових праць. — Кривий Ріг: — Видавн. відділ. Нау. МетАУ. — Т.2. — 2002. — С.61-68.
5. Давиденко А.А., Дідович М.М. Роль і місце задач у процесі вивчення фізики // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т.Г.Шевченка. Випуск 23. Серія: педагогічні науки. — Чернігів: ЧОПУ, 2004. — №23. — С.19-23.
6. Іваненко О.Ф., Махлай В.П., Богатирьов О.І. Експериментальні та якісні задачі з фізики: Посібник для вчителів. — К.: Рад. шк., 1987. — 144 с.
7. Іванов С.О. Задачі з фізики в середній школі — К.: Рад. школа, 1971. — 167 с.
8. Карне М., Кемп П., Уильямс М. Концептуальные модели. Из кн. Одаренные дети: Пер. с англ. / Общ. ред. Г.В.Бурменской и В. М.Слущкого. — М.: Прогресс, 1991. — С.216-220.
9. Касянова Г.В. Система фізичних задач для розвитку творчих здібностей учнів: Дис... канд. пед. наук. — К., 1995.

10. Корикова Н.В., Самсонова Г.В. Роль задач з фізики у формуванні знань учнів про метод моделей і аналогій // Розв'язування задач з фізики: Зб. статей за ред. Є.В.Коршака. – К.: Рад. шк., 1989 – С.43-49.
11. Момот Л.Л. Проблемно-пошукові методи навчання в школі. – К.: Рад. школа, 1983. – 63 с.
12. Новак О.Ф. Збірник теоретичних задач і вправ з фізики: Посібник для вчителя. – К.: Рад. шк., 1989. – 189 с.
13. Психологія // За ред. проф. Г.С. Костюка. – К.: Радянська школа, 1968 – С.470-473.
14. Редько Г.Б. Аналогії в курсі фізики середньої школи: Посібник для вчителів. – К.: Рад. школа, 1980. – 56 с.
15. Рибалко А.В. Систематизація навчальних дослідницьких задач за рівнями складності розумових операцій // Нова педагогічна думка. – Рівне: Видавничий відділ РОШПО, 2004. – №2 – С.38-42.
16. Семькин Н.П., Любичанковский В.А. Методологические вопросы в курсе физики средней школы: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1979. – 88 с.
17. Сергеев А.В. Наблюдение учащихся при изучении физики на второй ступени изучения: Пособие для учителя. – Киев: Рад. шк., 1988. – 176 с.

In article the block diagram of system of physical problems of research character as didactic means of development of productive thinking of pupils of the senior school is offered. Briefly presented results of researches on the basis of which author have developed the given system of problems.

Key words: model of intelligence SOI, educational research, system of problems.

Отримано: 30.04.2005.

УДК 372.853

М.О.Роздобудько

Кам'янець-Подільський коледж харчової промисловості

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ПІДРУЧНИКІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

В статті розглянуто принципи і способи використання електронних підручників у вивченні фізики.

Ключові слова: інформаційні технології, мультимедіа, гіпертекст електронний підручник.

Процес входження школи у світовий освітній простір вимагає удосконалення та серйозної переорієнтації комп'ютерно-інформаційної складової. Друга половина ХХ століття стала періодом переходу до інформаційних суспільств. Лавиноподібний ріст обсягів інформації набув характеру інформаційного вибуху у всіх сферах людської діяльності.

Інформаційний вибух породив безліч проблем, найважливішою з яких є проблема навчання. Особливий інтерес представляють питання, зв'язані з автоматизацією навчання, оскільки «ручні методи» без використання технічних засобів давно вичерпали свої можливості. Найбільш доступною формою автоматизації навчання є застосування ЕОМ, тобто використання машинного часу для навчання й обробки результатів контрольного опитування знань учнів. Все більше використання комп'ютерів дозволяє автоматизувати, а тим самим спростити ту складну процедуру, що використовують вчителі при створенні методичних посібників. Тим самим, представлення різного роду «електронних підручників», методичних посібників на комп'ютері має ряд важливих переваг. По-перше, це автоматизація як самого процесу створення таких, так і збереження даних у будь-якій необхідній формі. По-друге, це робота з практично необмеженим обсягом даних. Створення комп'ютерних технологій у навчанні знаходиться поруч з виданням навчальних посібників нової генерації, що відповідають потребам особистості учня. Навчальні видання нової генерації покликані забезпечити єдність навчального процесу і сучасних, інноваційних наукових досліджень, тобто доцільність використання нових інформаційних технологій у навчальному процесі і, зокрема, різного роду так званих «електронних підручників». Ефект від застосування засобів комп'ютерної техніки в навчанні може бути досягнутий лише тоді, коли фахівець предметної області не обмежується в засобах представлення інформації, комунікацій і роботи з базами даних і знань.

Сьогодні недостатньо широко розроблені критерії оцінки комп'ютерних програм по фізиці і практичній методикі застосування електронних підручників у вивченні фізики. Тому ціль моєї роботи є аналіз комп'ютерних програм, що використовуються в навчанні фізики, з погляду їхньої ефективності в навчанні і прототи роботи з ними, розробка методичного підходу до

застосування електронних підручників при вивченні фізики, розгляд методичних аспектів використання комп'ютерних програм навчально-контролюючого типу на уроках фізики і їхнє сполучення з традиційною технологією.

Зазвичай електронний підручник являє собою комплект навчальних, контролюючих, моделюючих і інших програм, розміщених на носіях інформації, у яких відображається основний науковий зміст навчальної дисципліни. Електронний підручник часто доповнює звичайний, а особливо ефективний у тих випадках, коли він: забезпечує практично миттєвий зворотний зв'язок; допомагає швидко знайти необхідну інформацію (у тому числі контекстний пошук), пошук якої в звичайному підручнику утруднений; істотно заощаджує час при багаторазових звертаннях до гіпертекстових пояснень; поряд з коротким текстом – показує, розповідає, моделює і т.д. (саме тут виявляються можливості і переваги мультимедіа-технологій) дозволяє швидко, але в темпі найбільш придатному для конкретного учня, перевірити знання по визначеному розділі.

До недоліків електронного підручника можна віднести не зовсім гарну фізіологічність дисплея як засобу сприйняття інформації (сприйняття з екрана текстової інформації набагато менш зручно й ефективно, ніж читання книги).

Засоби створення електронних підручників можна розділити на групи, наприклад, використовуючи комплексний критерій, що включає такі показники, як призначення і виконувані функції, вимоги до технічного забезпечення, особливості застосування. Відповідно до зазначеного критерію можлива така класифікація:

- традиційні алгоритмічні мови;
- інструментальні засоби загального призначення;
- засоби мультимедіа;
- гіпертекстові і гіпермедіа засоби;

Нижче приводяться особливості і короткий огляд кожної з виділених груп. Як технічну базу надалі мається на увазі ІВМ сумісні комп'ютери, як найбільш розповсюджені в нашій країні і наявні в розпорядженні школи.

Характерними рисами електронних підручників, створених засобами прямого програмування є: