

Для ВТЮВіР же характерні винахідницькі задачі (дві з них наведено вище). Окрім того, в межах ВТЮВіР додатково проводяться різноманітні конкурси, наприклад, фізико-технічний конкурс та конкурс власно поставлених проблем (задач).

Роблячи підсумок, можна сказати, що наведені вище приклади свідчать про спостережуване в наш час розширення поля творчої діяльності учнів від технічної до науково-технічної. І цей процес, на наш погляд, є закономірним. Йому сприяє досить високий рівень освіченості та розвитку або, принаймні, інформованості певної частини дітей, їх прагнення до інтелектуальної, творчої діяльності, до самовдосконалення, орієнтація на відповідні професії.

Література

1. Давиден А.А. Прибор для определения коэффициента трения // Физика в школе. – 1990. – № 4. – С.59-60.
2. Давидьон А.А. Прилад для вивчення відносності механічного руху // Фізика та астрономія в школі. – 1998. – № 4. – С.44.
3. Капица П.Л. Некоторые принципы творческого воспитания и образования современной молодежи. В кн.: Эксперимент. Теория. Практика. – М.: Наука, 1987. – С.238-251.

*Нечет В.І.
Запорізький державний університет*

МОДЕЛЬ ФІЗИЧНОГО ПІЗНАННЯ ЯК МЕТОДОЛОГІЧНА ОСНОВА ДИДАКТИКИ ФІЗИКИ

Досягнення фізичної науки, яка в 20-му столітті успішно “множила” число відкритих *фундаментальних* теорій, стали тим пізнавальним “матеріалом”, різноаспектний (філософсько-гносеологічний, філософсько-соціологічний, логічний, психологічний, діяльнісний, історичний, тематичний, методологічний, культурологічний тощо) аналіз якого підтримувався надіями вчених відкрити “закони наукового відкриття” (загальні закони наукової логіки). Хоча ці мети і не було досягнуто (більш того, стало зрозумілим, що вона і не може бути досягнута в силу *істотної опосередкованості* методів

пізнання як *конкретним змістом предметів наук*, так і “*творчою інтуїцією*” вчених), однак деякі загальні закономірності фізичного (ширше – наукового) пізнання були встановлені (див., наприклад, [3-10]). Саме такі “*метанаукові*” знання основних рис *загальної структури* динаміки розвитку фізичної науки представляють значний *дидактичний* інтерес. Більш того, ми переконані, що *дидактичний* аналіз (тобто, аналіз на основі системи принципів дидактики фізики [1]) саме *метанаукових* знань в предметній області фізичної науки є необхідним етапом розбудови *теоретичних* основ дидактики фізики середньої і вищої школи.

Представлені нижче результати дидактичного аналізу закономірностей фізичного пізнання повинні розглядатися читачем в єдності з результатами нашої роботи [2], включаючи термінологію і такі позначення: ФФТ і НФТ – фундаментальна і нефундаментальна фізичні теорії; ФМФР – фундаментальна модель фізичної реальності; КлМ і КМ – класична і квантова механіки; ТГН – теорія гравітації Ньютона; КЕД – класична електродинаміка; СТВ і ЗТВ – спеціальна і загальна теорії відносності; КТП і ЄКТП – квантова і єдина квантова теорії поля.

Ми виходимо з вимог *системи принципів особистісно орієнтованого навчання фізики* в загальноосвітній школі (див.[1]) і констатуємо: *дидактично цінним* у фізичному пізнанні виступає *метанауковий факт* “існування *системи вісьмох ФФТ* (КлМ, ТГН, КЕД, СТВ, ЗТВ, КМ, КТП і ЄКТП) та *сучасного розуміння істотного* в її розвитку”, який *найбільш “відрефлексовано”* фіксує *фундаментальний* аспект сучасного етапу *конкретно-історичного* розвитку фізики і який *дидактично доцільно* обрати в якості *критерію логіко-селективної реконструкції всього іншого* в *конкретно-історичному розвитку фізичної науки*. Інакше кажучи, *специфіку дидактичної точки зору на моделювання історичної динаміки фізичного пізнання* ми вбачаємо в наукознавчому акцентуванні “абсолютно необхідного” для розуміння *сучасного стану розвитку саме фундаментального* фізичного знання (яке виступає *методом* розбудови *всіх НФТ*), що дає можливість обґрунтувати таку модель, яка може виступити наукознавчою основою вирішення складної *проблеми трансформації наукової системи фізичного знання в навчальну* [11].

Змістовний аналіз *сучасного* рівня розвитку вісьмох ФФТ (див. [2]) і *сучасної* оцінки *необхідності* і *достатності* (в якості *критеріїв* їх *істинності*) тих чи інших *експериментальних* фактів і законів націлює моделювання *цілісного* процесу фізичного пізнання на:

1) відбір з усього масиву емпіричного рівня фізичного знання тих систем фактів і законів, які виступають *необхідною* і *достатньою* (з сучасної точки зору) *експериментальною основою* “*відкриття*” кожної ФФТ;

2) акцентування тих *проблемних ситуацій*, які в історії фізики мали характер *кризисів* існуючого *фундаментального* фізичного знання, тобто вихід з яких лежав на шляху лише *радикального* (*революційного*) перегляду *методу* фізичного пізнання;

3) виділення “*спокійних*” (у *логічному* аспекті), “*еволюційних*” періодів розвитку фізичної науки, тобто таких, коли зміст *наявної системи ФФТ* не піддавався сумніву, а навпаки, структурні елементи останньої використовуються як *методи конструювання* численних НФТ як *моделей* реальних фізичних об’єктів.

В якості *основних закономірних структурних елементів* (“*героїв*”) *динаміки фізичного пізнання* ми виділяємо такі “*метанаукові*” поняття *конкретно-змістовного* характеру.

1. ***Натурфілософські уявлення про механічний рух*** – *донаукові* (з точки зору сучасного розуміння) *умоглядні* концепції закономірностей механічного руху макроскопічних тіл, отримані на основі “*метафізичного*” методу осягнення *буденного* людського досвіду. Яскравим прикладом є так звана “*механіка Арістотеля*”, яка вважалася “*науковою істиною*” на протязі багатьох століть (аж до 17-го), і криза уявлень якої змогла бути виявленою лише завдяки революційному перегляду *методу пізнання* Галілеєм. Подібні антинаукові уявлення можуть бути характерними і для сучасних носіїв “*буденної*” свідомості, особистий емпіричний досвід яких фактично (навіть після *науково непереконливого* “*учіння*” фізики) включає лише “*буденні*” сприйняття механічних рухів оточуючих його тіл.

2. ***Дидактично фундаментальні експериментальні факти і закони***, які виступають для суб’єкта навчального пізнання або в ролі “*фальсифікатора*” *умоглядних* “*істин*” існуючої системи *фундаментального* тео-

ретичного знання (тобто як те, що провокує необхідність творчих інтелектуальних пошуків нового фундаментального знання, виступаючи при цьому надійним когнітивним “фундаментом”, емпіричним “джерелом” таких пошуків), або, *на більш пізніх етапах*, у ролі “верифікатора” результатів змоглядних пошуків нового фундаментального знання. З *дидактичної* точки зору важливим є те, що в динаміці фізичного пізнання *фальсифікуючими і верифікуючими* певні змоглядні конструкти емпіричними знаннями виступають *різні* класи експериментальних фактів і законів, і що саме на *перших* повинна акцентуватися *дидактична* увага як на *фундаментальних* для *навчального* пізнання – саме вони здатні “запустити” *пізнавальну мотивацію* учня *посутнього* характеру. Важливим для навчання фізики є і те, що *конкретний* вибір таких *дидактично фундаментальних фактів і законів* (емпіричного джерела вивчення ФФТ) *можна варіювати*, виходячи з міркувань *методичної* доцільності.

3. **Фундаментальні фізичні теорії** як такі *теоретичні* узагальнення експериментальних фактів і законів, які здатні виступити в процесі фізичного пізнання “*універсальними*” методами пояснення різноманітності фізичних властивостей дійсності (універсальними *пояснювальними принципами* фізичних аспектів середовища людського буття), тобто – як *найбільш універсальні методи* розбудови *будь-яких НФТ*. Сам факт наявності на теоретичному рівні фізичного знання *цілої системи* (цілого “простору”) ФФТ свідчить про обмежену “універсальність” кожної ФФТ, тобто про *наявність* у них *меж застосовності*, поза якими вони повністю втрачають наукове значення. Це, зокрема, означає, що *знання меж застосовності різних ФФТ також є структурним елементом фундаментального теоретичного знання*.

4. **Кризи у фізиці** – періоди витончених (насичених гіпотезами “ad hoc” онтологічного змісту) *безуспішних* пошуків фізиками способів “*примирення*” системи наявного *фундаментального* теоретичного знання з *фальсифікуючими* його результатами експериментів, що з’явилися *всупереч* передбаченням теорії. *Якщо вести рахунок з кризи натурфілософських уявлень про механічний рух*, то всього в історії фізики *можна виділити три дійсно кризові ситуації*: друга криза пов’язана з принциповою неможливістю теоретичного усвідомлення експериментальних фактів і законів в областях електричних,

магнітних, світлових явищ та рівності інертної і гравітаційної маси на основі КЛМ і ТГН (тобто в рамках *корпускулярної ФМФР*), *третья* криза – з неможливістю усвідомлення результатів експериментального дослідження мікросвіту (дискретності енергетичних спектрів атомів, мінливості мікрооб’єктів тощо) на основі КЛМ, ТГН, КЕД, СТВ і ЗТВ (тобто в рамках як *корпускулярної*, так і *польової ФМФР*). Неминуще *дидактичне значення* змісту трьох криз в історії фізичного пізнання полягає в *детермінації істотно проблемного характеру* способів фундаментального навчання фізики в загальноосвітній школі.

5. *Револуції в фізиці* – післякризові “епохальні” етапи розвитку (*відкриття*) нових ФФТ в рамках *принципово нових ФМФР*, інакше кажучи – це радикальні зміни методу фізичного пізнання. Зрозуміло, що вісім ФФТ і три ФМФР (див. [2]) є результатом *трьох революцій у фізиці*. *Перша* (і сама важлива для людства, бо пов’язана зі становленням *наукового методу* взагалі) *революція* відбулася в 17-му столітті і призвела до відкриття *двох ФФТ* – КЛМ і ТГН і побудови *на цій основі* корпускулярної ФМФР. Змістом *другої революції* в фізиці (кінець 19-го – початок 20-го століття) стало відкриття *трьох ФФТ* (КЕД, СТВ і ЗТВ) і появи польової ФМФР. *Третя революція* в фізиці, яка не завершилася ще й до цього часу, виразилася у відкритті КМ, КТП і спробах побудови ЄКТП в рамках квантово-польової ФМФР. Для *дидактики фізики* поняття “*революції у фізиці*” має *вирішальне значення* для усвідомлення самої *специфіки єдності* емпіричного і теоретичного в науковому пізнанні, зокрема – *постулативного* (інтелектуально-творчого) *характеру* фундаментальних законів фізики.

6. *Періоди фундаментально-парадигмального розвитку фізики* – це найбільш трудомісткі і масові (щодо числа суб’єктів пізнання) періоди “нормального” (безкризового, в нашому розумінні) розвитку фізичної науки на основі існуючих систем ФФТ, які вважаються надійними методами розбудови будь-яких НФТ. Всього можна виділити *три фундаментально-парадигмальні періоди розвитку фізики*: 1) розвиток у рамках корпускуляр-

Натурфілософські
уявлення про механічний рух

--- E₁ --- Кр₁ --- Рев₁ --- $\frac{\text{ФФТ}_1 \text{ ---}}{\text{К Ф М Ф Р}}$

--- E₂ --- Кр₂ --- Рев₂ --- $\frac{\text{ФФТ}_2 \text{ ---}}{\text{П Ф М Ф Р}}$

--- E₃ --- Кр₃ --- Рев₃ --- $\frac{\text{ФФТ}_3 \text{ ---}}{\text{К П Ф М Ф Р}}$ --- ???

рної ФМФР, 2) розвиток у рамках *корпускулярної і польової ФМФР* і 3) розвиток фізики в рамках *корпускулярної, польової і квантово-польової ФМФР* (тобто – на основі системи вісьмох ФФТ). Користуючись введеними елементами метанаукового аналізу фізичного пізнання, подамо схематично “наукову логіку” його динаміки наступною **“онтодидактичною” моделлю фізичного пізнання**

Тут використані такі позначення: Kp_i та Rev_i – кризи та революції у фізиці; E_i – експериментальні факти і закони, які фальсифікують існуюче фундаментальне знання і виступають емпіричною основою нового фундаментального теоретичного знання (E_1 – в області механічного руху макроскопічних тіл; E_2 – в областях електричних, магнітних, світових та гравітаційних явищ; E_3 – в області явищ мікросвіту); $ФФТ_i$ – системи фундаментального знання в “рамках” відповідної (корпускулярної, польової чи квантово-польової) ФМФР, а саме: $ФФТ_1$ – КлМ та ТГН; $ФФТ_2$ – КЕД, СТВ та ЗТВ; $ФФТ_3$ – КМ, КТП та ЄКТП; “.....” – відповідні сукупності НФТ; “----” – напрямки наукових пошуків; “? ? ?” – повна невизначеність напрямків розвитку фундаментальної фізики поза рамками корпускулярної, польової та квантово-польової ФМФР.

З приведеної схеми видно, що *основною закономірністю динаміки цілісного розвитку фізичної науки виступає циклічний процес революційно-еволюційного характеру*, сутність якого можна описати так. На основі експериментального дослідження найбільш “буденної” області механічного руху макроскопічних тіл вдається “відкрити” історично перші ФФТ – КлМ і ТГН, які виступають методом конструювання численних НФТ: фізика успішно розвивається вшир, і сучасникам здається, що цьому розвитку на єдиній методологічній основі ніщо не може стати на перешкоді (фундаментально-парадигмальний період розвитку); але з’являються (в якості предмета теоретичної рефлексії) такі (непередбачені фундаментальним знанням) нові експериментальні факти і закони (конкретно – в області електромагнітних явищ), які приводять до кризи фундаментального теоретичного знання; вихід з кризової ситуації можливий лише на шляху докорінної (революційної) ломки певної частини фундаментальних теоретичних понять і відкриття нового

класу ФФТ (КЕД, СТВ і ЗТВ), на основі яких розбудовуються численні НФТ: *цикл розвитку повторюється*.

Важливо розуміти, що історичні прообрази всіх структурних елементів динамічної моделі фізичного пізнання “*співіснують*” у розмаїтості сучасних наукових пошуків: продовжується розвиток математичних методів усіх ФФТ, будуються все складніші НФТ (навіть на основі КлМ), ведуться все більш прецизійні вимірювання значень “критичних” для різних ФФТ фізичних характеристик тощо. Важливо, що *всі ФФТ є необхідними елементами сучасного методу фізичного пізнання, інакше кажучи, фундаментальне теоретичне знання не підлягає процесу “старіння”*.

Література

1. Нечет В.І. Дидактика фізики: теорія особистісно орієнтованого навчання // Фізика та астрономія в школі. – 1996. – № 1. – С. 14-17.
2. Нечет В.І. Дидактичний аналіз структури фізичного знання // Фізика та астрономія в школі. – 1997. – № 2 (4).
3. Бранский В.П. Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов. – Л.: ЛГУ. – 176 с.
4. В поисках теории развития науки: Очерки западноевропейских и американских концепций XX века. – М.: Наука, 1982. – 299 с.
5. Физическая теория. (Философско-методологический анализ). – М.: Наука, 1980. – 463 с.
6. Поппер К. Логика и рост научного знания: Избранные работы. – М.: Прогресс, 1983. – 605 с.
7. Методы научного познания и физика / Отв. ред. Ю.В.Сачков. – М.: Наука, 1985. – 352 с.
8. Кун Т. Структура научных революций. – М.: Прогресс, 1977. – 300 с.
9. Лакатос И. История науки и ее рациональные реконструкции. В кн.: Структура и развитие науки: (Из Бостонских исследований по философии науки). – М.: Прогресс, 1978. – С.203-269.
10. Малкей М. Наука и социология знания: Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1983. – 254 с.

11. Ляшенко О.І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи. – К.: Генеза, 1996. – 128 с.

*Вовкотруб В.П.
Національний педагогічний університет
імені М.П.Драгоманова*

ЕРГОНОМІЧНА ОЦІНКА НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З МОЛЕКУЛЯРНОЇ ФІЗИКИ

Педагогічна ергономіка разом з вивченням особливостей діяльності людини стосовно максимальної узгодженості з функціонуванням засобів, які використовуються, їх технічним і художнім конструюванням тощо, включає і педагогічний процес, який потребує постійного розвитку. В свою чергу вдосконалення навчально-виховного процесу недостатнє, якщо воно не враховує і не опирається на вимоги ергономіки.

Ефективність виконання навчального фізичного експерименту несумісна з перевантаженням психічної діяльності учнів і вчителя, зокрема, якщо це пов'язано з використанням недосконалого обладнання. Окремі прилади, вузли, пристосування і експериментальні установки, як обов'язкові засоби навчального процесу з фізики, разом із сприянням розумінню фізичних явищ та розкриттям їхньої суті мають відповідати достатньому рівню ергономічної оцінки за їхніми ергономічними показниками.

Предметом дослідження педагогічної ергономіки є діяльність вчителя і учня, викладача і студента [1, С.10], а задачами – підвищення ефективності їхньої розумової праці через поліпшення умов навчально-виховного процесу.

Ефективність розумової діяльності в процесі виконання навчального фізичного експерименту, в більшій мірі демонстраційного, визначається комплексним ергономічним показником 1-го рівня, який характеризує певну групу ергономічних властивостей обладнання, однорідних за функціональним призначенням:

забезпеченість ефективності прийому і обробки інформації;