

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА: ПРОБЛЕМИ ТА ІННОВАЦІЙНИЙ ПЛЯХ РОЗВИТКУ

Ключові слова: інновація, фізико-математична освіта, навчально-методичний комплекс

Постановка проблеми, аналіз досліджень. ХХ століття, яке відійшло в історичне минуле, ознаменувалося революційними технологічними переворотами, в основі яких лежали дві хвилі базисних інновацій, ініційованих науковими відкриттями початку і середини століття. На початку ХХ ст. була відкрита складна будова атома як системи частинок, а не неподільного цілого, був відкритий радії і перетворення елементів, створені теорія відносності і теорія квантів, з'ясована сутність хімічних зв'язків, відкриті ізотопи, а потім й отримані нові радіоактивні елементи, відсутні в природі. У середині минулого століття з'явилися нові досягнення у фізиці елементарних частинок, у вивченні мікросвіту; були створені кібернетика й атомна енергетика, ракетно-космічна галузь, отримали розвиток електроніка і генетика, хромосомна теорія тощо. Глибока цивілізаційна криза кінця ХХ ст., охоплюючи всю систему Людина – Суспільство – Природа, є передвісницею нових потужних хвиль епохальної і базисних інновацій. Вони зароджуються в умовах глобалізації і становлення інтегрального соціокультурного ладу. Їх наслідком буде формування постіндустріального суспільства, в якому виробничим ресурсом є інформація і знання. Постіндустріальними країнами називають, як правило, ті держави, де на галузь послуг припадає значно більше половини валового внутрішнього продукту (ВВП). Під цей критерій підпадають, зокрема, США (на галузь послуг тут припадає 80 % ВВП країни, 2002 рік), країни Євросоюзу (галузь послуг становить 69,4 % ВВП, 2004 рік), Японія (67,7 % ВВП, 2001 рік), Канада (70 % ВВП, 2004 рік), Росія (58% ВВП, 2007 рік) – усього 55 країн світу. Україні серед них немає.

Із технологічної точки зору постіндустріальне суспільство відповідає шостому технологічному укладу (ТУ). Його відмінними рисами є проникнення технології в структури матерії до атомарних розмірів і гігантські (за сучасними мірками) масштаби обробки інформації. Попередній, п'ятий ТУ ґрунтувався на застосуванні досягнень мікроелектроніки для керування фізичними процесами на мікронному рівні. Шостий ТУ має в своїй основі використання нанотехнологій. На нанорівні з'являється можливість змінювати молекулярну структуру речовини, цілеспрямовано надавати їй принципово нових властивостей, проникати в клітинну структуру живих організмів, видозмінюючи їх. Синтез досягнень, отриманих на цих напрямках розвитку науки і технологій, має призвести до створення, наприклад, квантового комп'ютера, штучного інтелекту, забезпечити вихід на принципово новий рівень у системах керування державою, суспільством, економікою. Отже, ключовим фактором шостого технологічного укладу є нанотехнології, клітинні технології і методи генної інженерії, впровадження яких потребує обов'язкового використання електронних растрових й атомно-силових мікроскопів. Ядро шостого технологічного укладу створюють наноелектроніка, молекулярна й нанофотоніка, наноматеріали й наноструктуровані покриття, оптичні наноматеріали, наногетерогенні системи, нанобіотехнології, наносистемна техніка, нанообладнання. Провідними галузями при цьому стають електронна, атомна та електротехнічна

промисловість, інформаційно-комунікаційний сектор, верстатобудування, суднобудування, автомобілебудування і приладобудування, фармацевтична промисловість, сонячна енергетика, ракетно-космічна промисловість, авіабудування, клітинна медицина, насінництво, будівництво, хіміко-металургійний комплекс. Поки що розвиток шостого технологічного укладу стримується як незначним масштабом і невідпрацьованістю відповідних технологій, так і неготовністю соціально-економічного середовища до їх широкого застосування. Але витрати на освоєння новітніх технологій і масштаб їх застосування постійно зростають. Якісний стрибок очікується після завершення структурної перебудови провідних економік світу – тоді відбудеться перехід нового технологічного укладу у фазу зростання. Це має статися в середині цього десятиліття. За прогнозами Наукового фонду США, у 2015 році річний оборот ринку нанотехнологій сягне 1–1,5 трлн. доларів [4]. Це при тому, що зараз у США частка 5-го технологічного укладу становить 60%, 4-го – 20% і лише близько 5% припадає на 6-й технологічний уклад. Для порівняння – в Росії частка технологій 5-го укладу становить приблизно 10% (у військово-промисловому комплексі та в авіакосмічній галузях), 4-го – понад 50%, третього – близько 30%, а шостого ще не сформовано [19]. На думку експертів, Україна взагалі не належить до держав з помітною часткою високих технологій, поступаючись Росії.

Формулювання цілей статті. Ми намагаємося проаналізувати сучасний стан та перспективи фізико-математичної освіти в сучасній Україні як запоруки успішного розвитку нашої держави на тлі світової науки та промисловості.

Виклад основного матеріалу. Новий технологічний уклад, притаманний ХХІ століттю, потребує залучення головного, що є у розпорядженні людства, – знань, винахідливості й доброї волі. При входженні в шостий технологічний уклад всі сторони звичного життя і динаміка розвитку суспільства докорінно змінюються. Світ стає невпізнаним і потребує нового розуміння з боку вчених, лідерів бізнесу, світової спільноти. Він вимагає довгострокової стратегії розвитку, нових способів мислення і дій нинішнього покоління, яке має усвідомлювати свою історичну відповідальність як перед минулими, так і перед майбутніми поколіннями. Ознакою нового суспільства є дематеріалізація господарської діяльності з її нематеріальними потоками фінансів, інформації, зображень, повідомлень, інтелектуальної власності. За деякими оцінками, вже зараз обсяги фінансових операцій перевищують обсяги торгівлі матеріальними товарами в 7 разів. Тож рушієм економіки нового суспільства є не стільки дефіцит матеріальних і природних ресурсів, скільки ресурс інформації і знань, носієм яких є людина – головний елемент системи Людина – Суспільство – Природа. Вирішальну роль у залученні цих ресурсів відіграє освіта. Її важливість багатократно зростає в період зміни суспільного ладу в країні, коли від кваліфікованості рішень залежить ефективність глобальних економічних і соціальних процесів. Саме в такий період на початку «буремних 90-х» в Україні на тлі процесів демократизації суспільства гостро постало питання щодо формування ідеалу нової освіти – деідеологізованої, побудованої на принципах відкритості і плюралізму. Створюючи незалежну державу, українське суспільство ставило перед собою велике цивілізаційне завдання – вийти зі стану закритого радянського суспільства й інтегруватися в міжнародне співтовариство. Відтоді, інтегруючись у міжнародний освітній простір, українська освіта пройшла важкий і неоднозначний шлях. Набутий досвід впевнює, що закрита школа і закрите суспільство не мали ніяких перспектив свого повноцінного розвитку. Але, маючи можливість порівнювати, ми розуміємо, що відкритість освіти полягає не тільки в її внутрішньому розкриті, звільненні від догм, купюр, евфемізмів і недомовок. Відкритість освіти

– це обернення її до єдиного й неподільного світу, до його глобальних проблем. І українська держава, і українська школа вже не тільки насправді відкриті, а й значною мірою інтегровані у світ. Але глобальні процеси настільки динамічно розгортаються у світі, що вимагають ще більш цілеспрямованої й інтенсивної роботи в цьому напрямі. Українська освіта має ставити перед собою надзвичайно складні амбіційні цілі: вийти на шлях інноваційного розвитку й довести свою конкурентноздатність, бо тільки це є запорукою авторитету країни на міжнародному рівні.

В Україні, так само, як і в інших республіках СРСР, рівень знань школярів оцінювався міжнародною спільнотою як високий, особливо – в галузі математики, фізики та інших природничих дисциплін. Наша система освіти завжди відрізнялася від систем освіти інших країн фундаментальністю, науковістю, практичною спрямованістю. Проте останніми роками увага до математики і природничих наук суттєво ослабла. «Розвиток фізико-математичної освіти в Україні як у середній, так і у вищій школі сьогодні в цілому йде на спад, і досі не зроблено нічого, що могло б зупинити цей процес. Ті досягнення, якими ця сфера сьогодні може по праву пишатися, в основному залишились у спадок від минулих часів, а ресурси під перспективний розвиток не закладаються» – йдеться у Зверненні до керівників держави учасників круглого столу «Проблеми фізико-математичної освіти в Україні», що відбувся у Київському національному університеті ім. Т.Г. Шевченка [1].

По-іншому ставиться до середньої освіти, насамперед – до математики і природничих наук, нова адміністрації Президента США. На вдосконалення освітніх програм з цих предметів і стимулювання поглибленої підготовки вчителів у 2010 році у США додатково виділено 5 млрд. доларів. Президент Б.Обама не тільки висловився щодо доцільності надати науковому товариству можливість «напряму втручатися в державну політику», але й розширив Консультаційну раду з науки і техніки при Президенті США. Показово, що міністром енергетики в адміністрації Б.Обами призначено не політика чи менеджера, а вченого, лауреата Нобелівської премії з фізики 1997 р. Стівена Чу.

На жаль, Україна рухається в протилежному напрямі. Свідомство тому – оприлюднені у грудні 2008 року результати Міжнародного порівняльного дослідження навчальних досягнень з математики та природничих дисциплін випускників початкової й базової шкіл (Trends in International Mathematics and Science Study, TIMSS). Дослідження проводила Міжнародна асоціація з оцінки навчальних досягнень (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, IEA, <http://www.timss.org/>), яка об'єднує національні дослідницькі інститути й державні організації. В Україні дослідження було організовано Міністерством освіти і науки за підтримки Міжнародного фонду «Відродження». За словами заступника міністра П. Б. Полянського, «Участь у дослідженні – політична воля міністерства, яке свідомо пішло на цей крок, адже реформи в освіті можна здійснювати, лише знаючи реальний стан справ» [18].

Перший проект TIMSS був реалізований у 1995 році, у ньому взяли участь школярі з 41 країни. Україна залучилася до проекту в 2007 році, коли відбулося четверте за ліком дослідження. У ньому взяли участь майже 425 тис. школярів із 59 країн (представники 37 країн і 7 окремих регіонів – у дослідженні для учнів четвертих класів і 50 країн і 7 регіонів – для учнів восьмих класів). Школи, учні яких брали участь у тестуванні, вибиралися представниками кожної з країн разом з Міжнародним координаційним центром таким чином, аби забезпечити репрезентивність вибірок. Україну представляли 4498 учнів 4-х та 4527 учнів 8-х класів із 149 шкіл. Тести перевіряли відповідність знань і вмінь школярів «усередненим»

міжнародним вимогам, що не збігаються із програмами навчання в жодній із країн-учасниць. Час виконання роботи був обмежений 72 хвилинами (36 хв. х 2) для четвертокласників і 90 хвилинами (45 хв. х 2) – для восьмикласників. В обох випадках було запропоновано 28 блоків завдань (14 – з математики і 14 – з природознавства). Блоки з математики мали такий зміст і розподіл за видами завдань:

Зміст блоку	4-й клас	8-й клас
Числа	44%	29%
Алгебра	—	30%
Геометрія	25%	22%
Подання даних	31%	—
Дані та ймовірності	—	19%
Знання	40%	35%
Застосування знань	40%	40%
Розуміння , розмірковування	20%	25%

Блоки з природознавства мали такий зміст і розподіл за видами завдань:

Зміст блоку	4-й клас	8-й клас
Науки про життя , біологія	43%	36%
Фізичні і хімічні явища	37%	—
Хімія	—	20%
Фізика	—	26%
Пізнання світу	21%	19%
Знання фактів	44%	39%
Застосування знань	36%	40%
Розуміння , розмірковування	20%	21%

Важливо відзначити, що у запропонованих школярам завданнях частка завдань із вибором відповіді з декількох порівняно з першим проектом щоразу знижується: в 1995 році їх було 75%, в 2007 році – близько 50%. Водночас частка завдань із відкритою відповіддю з кожним разом зростає.

Підрахунки результатів були організовані так, щоб середній бал по кожному з тестів дорівнював 500 при стандартному відхиленні 100, а оцінки учасників знаходилися в інтервалі від 0 до 1000. Рівень підготовки учнів, які набрали більше 625 балів, уважали передовим (advanced), 551...624 бала – високим (high), 476...550 балів – середнім (intermediate), 400...475 балів – низьким (low).

Найкращі знання з природничих дисциплін показали школярі з країн Східної й Південно-Східної Азії, українські ж учасники виявилися в нижній частині списку, ледь-ледь досягши «середнього рівня» знань – 485 балів. Четвертокласники з середнім балом 474 знаходяться на 26-у місці, а восьмикласники із середнім балом 485 – на 19-у.

Учні 4-х класів		Учні 8-х класів	
Країна	Середній бал	Країна	Середній бал
Сінгапур	587	Сінгапур	567
Тайвань	557	Тайвань	561
Гонконг	554	Японія	554
Японія	548	Республіка Корея	553
...
Росія	546	Росія	530
Латвія	542	...	...
...	...	Литва	519
Казахстан	533	...	...
...	...	Вірменія	488
Литва	514	...	...
...	...	Україна	485
Вірменія	484	Йорданія	482
...
Україна	474	Бахрейн	467
...
Грузія	418	Румунія	462

Схожа картина спостерігається й при оцінюванні математичних знань: школярі з країн Східної й Південно-Східної Азії посідають верхні рядки, українські ж учасники знаходяться в нижній частині списку, продемонструвавши ще нижчий, у середньому – «низький рівень» знань: четвертокласники з середнім балом 469 розміщуються на 26-у місці, восьмикласники з середнім балом 462 – на 25-у.

Аналіз виконання завдань показує, що українські школярі 4-х класів добре справилися з завданнями з природознавства на перевірку та відтворення знань. Найскладнішими для них виявилися завдання на порівняння об'єктів і встановлення міжпредметних зв'язків. Досить успішно впоралися із завданнями на відтворення знань і учні 8-х класів. Найскладнішими для восьмикласників виявилися завдання, що потребували застосування теоретичних знань у практичній діяльності, а також завдання на порівняння та класифікацію об'єктів і на розуміння природи як цілісної системи [18]. З'ясувалося, що 25% наших учнів мають тільки елементарні знання з природничих дисциплін. Найменше правильних відповідей (15%) надали восьмикласники на запитання з фізики, які потребували аналізу факторів, що впливають на хід експерименту, інтерпретації інформації, представленої в табличній або графічній формах, формулюванні висновків дослідження, описаного в завданні тощо. Ті самі проблеми виникли в учасників зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО) 2009 року, коли завдання з фізики знову виявилися для учнів найскладнішими. Іншими словами, українські школярі були здатні здійснювати репродуктивну діяльність, але творча діяльність була їм, у більшості випадків, не під силу. Спроби пояснити такий стан речей тим, що зміст завдань дослідження на дві третини відрізнявся від змісту українських навчальних програм, до якого вдаються деякі керівники освітньої галузі [18], не витримують критики.

Особливу тривогу викликає надзвичайно мала частка українських учасників, які показали знання «передового рівня». У природничих науках ситуація виглядає так:

Учні 4-х класів		Учні 8-х класів	
Країна	Частка школярів, які показали знання «передового рівня»	Країна	Частка школярів, які показали знання «передового рівня»
Сінгапур	36%	Сінгапур	32%
Тайвань	19%	Тайвань	25%
Росія	16%	Японія	17%
...	...	Республіка Корея	17%
Вірменія	12%	...	...
...	...	Росія	11%
Латвія	10%	...	...
...	...	Вірменія	8%
Казахстан	10%	...	...
...	...	Литва	8%
Литва	3%	...	...
Україна	2%	Україна	3%
Іран	2%	Таїланд	3%

У чому ж причини нашого відставання? Помітне навіть «неозброєному оку» відставання від колишніх співвітчизників по ЄСРР (Росії, Литви, Латвії, Казахстану) вказує на те, що ми маємо справу з закономірним результатом недолугого реформування вітчизняної системи освіти. До речі, ще 8 років тому, аналізуючи затверджену в квітні 2002 року «Національну доктрину розвитку освіти», харківський професор Юрій Холін, проректор Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, висловлював глибоку стурбованість тим, що в Доктрині, два розділи якої детально обговорюють національний характер освіти й стратегію навчання мовам, жодного разу не згадані ні математична, ні природнича освіта [14]. Вже тоді вчений застерігав: «Якщо Україні потрібне населення розумне, здатне самостійно й критично обмірковувати перспективи суспільного розвитку, яке вміє не лише застосовувати, але й створювати високі технології, то неприпустимо викидати найкраще з радянської системи, руйнувати математичну і природничу освіту в середній школі» [14]. На жаль, реформування середньої (та й вищої) школи пішло шляхом згортання й формалізації цього напрямку освіти. Про втрати, яких ми зазнали на цьому шляху, фахівцям добре відомо. Зокрема, ректор Національного аерокосмічного університету імені М.Є. Жуковського «ХАІ» проф. В.С. Кривцов констатує, що «в середніх навчальних закладах (школах, ліцеях, коледжах) відбулося скорочення навчальних програм з математики і особливо фізики... Обсяг навчальних програм з фізики і математики в більшості вищих навчальних закладів за останні 16 років зменшився в 2 і більше разів» [16]. Не дивно, що «майже третина випускників шкіл не вміє скласти дві дробі ($2/3 + 0,5$), не знає елементарної геометрії!» [16]. Декани математичного та фізичних факультетів Київського національного університету імені Т.Г. Шевченка нарікають на низьку якість викладання точних і природничих наук у школі. «Випускники школи погано знають математику, майже не знають фізики, бояться цих наук, вивчення яких і справді потребує і відповідних здібностей, і чималих зусиль, і не хочуть пов'язувати з ними своє життя», – стверджують вони [1]. За результатами контрольних ро-

біт, проведених на першому курсі радіофізичного факультету КНУ імені Т.Г. Шевченка, до 80% випускників неспеціалізованих шкіл отримали незадовільні оцінки зі шкільної математики [1].

Вже згаданий професор Ю.В.Холін привертає увагу до того факту, що в Російській Федерації учні четвертих класів, залучені до проекту TIMSS, виявили, в середньому, кращі результати, ніж російські восьмикласники [15]. Очевидно, що на ситуації в російських школах уже починають позначатися ті зусилля, які керівництво сусідньої держави докладає в останні роки по відродженню російської освітньої системи. В Україні такого не спостерігається. Після оприлюднення невтішних для нас підсумків дослідження TIMSS-2007 учительство сподівалося на невідкладну реанімацію математичної й природничої освіти. Здавалося, що реалізація затвердженого «Плану дій щодо поліпшення якості фізико-математичної освіти на 2009-2012 роки» (наказ міністра освіти і науки України від 30.12.2008 року № 1226) [18] сприятиме енергійним діям у цьому напрямі. На жаль, цього не відбулося. Тож сьогодні надзвичайно актуальним для української фізико-математичної освіти лишається завдання щодо переходу з положення «розвитку, що доганяє» (“catch up”) у позицію реальної конкурентноздатності зі світовими лідерами в цій сфері.

Ми маємо на меті сприяти відновленню, бодай у середньостроковій перспективі, високого статусу фізики як науки світоглядного спрямування, що вбирає в себе найвищі досягнення культури і є надійною основою сучасної техніки і виробничих технологій. У Харківській «Основі» підготовлений і виданий Інноваційний навчально-методичний комплекс (ІНМК) «Фізика-7», який складається з навчального посібника «Фізика-7 у тестах, вправах і задачах» (у трьох частинах) [10; 11; 12] і посібника для самостійної роботи «Фізика-7: практичний курс» [13].

ІНМК «Фізика-7» ураховує, що перше знайомство з фізикою, хоча й дещо запізнеле, припадає в дитини на 7-й клас загальноосвітньої школи, коли починається вивчення цієї науки у вигляді логічно завершеного базового курсу, покликаного найбільш точно і правильно розкрити закономірності перебігу процесів у неживій та в живій природі. У чинній (2007 р.) навчальній програмі (“Нова програма 12-річної школи. 7-12 класи: Фізика. Астрономія / Програми для загальноосвітніх навчальних закладів”) зазначається, що в структурі освітньої галузі саме фізика має відіграти роль базового компонента природничо-наукової освіти. Вона визначає напрям вектору освітньої, світоглядної та виховної діяльності сучасної школи, і тому віднесена до інваріантної складової загальноосвітньої підготовки учнів.

Заради зручності в користуванні навчальний посібник «Фізика-7 у тестах, вправах і задачах» поділено на три складові відповідно до трьох розділів зазначеної Програми: «Починаємо вивчати фізику» [10], «Будова речовини» [11], «Світлові явища» [12]. Посібник для самостійної роботи «Фізика-7: практичний курс» [13] поділено на три розділи (відповідно до Програми) і сім частин, виходячи з особливостей практичних завдань і рівнів їх складності.

Особливістю Інноваційного навчально-методичного комплексу є його навчально-методичне, можна навіть сказати – філософське спрямування. Викладенню навчального матеріалу в ІНМК «Фізика-7» передують формулювання гносеологічної проблеми щодо закономірностей виникнення фізичного знання на початковому етапі пізнавальної діяльності учня основної школи. Виявлені основні механізми формування і подальшого розвитку у свідомості людини парадигматизованого інтелектуального знання дозволяють спрямувати навчальну діяльність школярів на подолання протиріччя між науковим сенсом фізичного знання та їх буденним досвідом, систематизувати знання про навколишній світ і створити у свідомості

учня первинну знаннєву парадигму фізичного знання [8; 9]. Це досягається не тільки за рахунок дотримання програмних вимог, а й шляхом залучення фактичного матеріалу із живої природи, техніки, історії науки тощо. Такий широкий комплексний підхід до навчання фізиці дозволяє зробити крок у напрямі до формування “фізичного світогляду”, про який говорив свого часу В.І. Вернадський, перебудувати і по-новому систематизувати знання учнів про навколишній світ, про фізичні тіла і фізичні явища, отримані до цього при вивченні біології, географії, інших природничих наук (правильніше сказати, “розкидані” по цих навчальних дисциплінах).

Інноваційний навчально-методичний комплекс «Фізика-7» пропонується школі, коли вона перебуває в складному становищі, відчуваючи відсутність уваги суспільства як до природничих наук в цілому, так і до фізики зокрема. Очевидно, що практичні потреби українського суспільства в розвитку точного природознавства щороку зростають. Попервах це було помітно науковцям, працівникам академії наук, викладачам вищої школи. Тепер це зрозуміло не тільки кожному шкільному вчителю, а й широкому загалу батьків і дітей. Достатньо сказати, що нині навіть інженерна вища школа не вимагає ґрунтовної перевірки знань з фізики у своїх абітурієнтів. З кожним роком неухильно скорочується кількість годин, відведених на вивчення фізики як у школі, так і у вищих навчальних закладах. Матеріальна база фізичних кабінетів, лабораторій і практикумів застаріла настільки, що не витримує ніякої критики. Через це фізика впритул підійшла до тієї межі, за якою вона вже не відчуватиме себе самодостатньою галуззю знань, яка формується на основі власної логіки розвитку. Відсутність глибоких фізичних знань у випускників середньої школи робить проблематичним опанування технологіями, які відповідають шостому технологічному укладу. ІНМК «Фізика-7» покликаний сприяти формуванню у учня ставлення до фізики як до фундаментальної науки, знання законів якої відкриває дорогу у світ інших наук і техніки. Він має зацікавити вчителів фізики, науково-педагогічних працівників кафедр вищих навчальних закладів, де вивчається методика викладання фізики, а через них – учнів сьомих класів загальноосвітніх шкіл усіх типів. Оригінальний навчальний матеріал, викладений в ІНМК «Фізика-7», може бути використаний кожним учнем при самостійній роботі, опрацюванні вдома програмного шкільного матеріалу і виконанні домашніх завдань. Наявність кодів тестових завдань дозволить учню здійснювати самоконтроль своєї роботи. ІНМК «Фізика-7» може бути ефективно використаний вчителем і під час уроку, наприклад, для швидкого тестового оцінювання рівня засвоєння поданого учителем матеріалу (експрес-контролю). Для проведення такого виду роботи достатньо 3-5 хвилин уроку. За наявності часу кожне із завдань тесту може бути використане для запису учнем відповіді у вигляді розгорнутого речення. При цьому в школяра формуються початкові навички написання реконструктивного тексту.

ІНМК «Фізика-7» [10-13] передбачає також опрацювання навчального матеріалу шляхом розв’язування оригінальних якісних і кількісних задач, брак яких відчуває кожний вчитель. Творчо об’єднавши розгорнутий (навчаючий) тест і декілька задач різної складності, учитель може скласти достатню кількість варіантів для тематичної контрольної роботи, яка потрібна на підсумковому етапі вивчення кожного розділу. Нарешті, ІНМК «Фізика-7» дозволяє скерувати роботу по збагаченню словникового запасу учня, формуванню в нього вмінь грамотно висловлювати свою думку з використанням понятійного апарату фізики.

Усі три складові теоретичної частини ІНМК «Фізика-7» мають однотипну побудову: опорний (семантичний) конспект, розгорнуті (навчаючі) тести, якісні та кількісні задачі, тексти для позакласного читання, кросворди для опрацювання фізичної термінології, експериментальні завдання. Задачі підвищеної складності традиційно позначені «зірочкою».

ІНМК «Фізика-7», крім пропедевтики фізичних знань, властивої раннім етапам навчання, закладає ще одну лінію навчання – стратегічну. Ця лінія націлена на формування фізичного світогляду учня, побудови в його свідомості такої первинної фізичної знанневої парадигми [8; 9], яка здатна до подальшого розвитку. Традиційні інформаційні та контролюючі функції, притаманні більшості підручників, в ІНМК «Фізика-7» суттєво доповнюються мотиваційною та організаційною функціями. Це дозволить учителю цілеспрямовано, крок за кроком, запроваджувати елементи педагогіки співробітництва зі своїми учнями, коли вони не тільки є пасивними споживачами інформації, а й стають партнерами вчителя, активними учасниками навчально-педагогічного процесу. Значною мірою цьому може посприяти робота над оригінальними за змістом текстами, які в сукупності своїй становлять, так би мовити, фізичну мінібібліотеку семикласника. Читання текстів може і повинно стати важливою частиною позакласної роботи учня, невід'ємним елементом його індивідуальної навчальної діяльності. Засвоєння фізичних знань через читання спеціально підібраних і адаптованих текстів залучає в навчальний процес таку майже втрачену нині форму навчання як популяризація науки. Звернення до текстів, по-перше, формує в учня звичку звертатися до першоджерел інформації. По-друге, вони, тексти, є важливим фактором, який забезпечує інтелектуалізацію, або олюднення, сухої конкретики підручника, вводячи читача в загальний (науковий та історичний) контекст навчальної дисципліни. По-третє, вони прихиляють учня до необхідності опанування програмним матеріалом, адже глибинний зміст текстів стає зрозумілим лише тому читачу, який володіє термінологією і логічними побудовами, викладеними в підручнику та опорному конспекті. Втім, як свідчить досвід, значення запропонованих у посібнику текстів є суттєво більшим. Учитель може використати їх для формування самоспонукаючої діяльності своїх учнів, яка набуває актуальності при створенні творчої ситуації учіння. На етапі, коли вдається реалізувати одну з просунутих форм спільної навчальної діяльності (загалом сучасна педагогіка нараховує, як відомо, від трьох до семи форм співробітництва), і вчитель зі своїми учнями стають партнерами в навчально-виховному процесі, надзвичайно ефективною і захоплюючою може виявитися робота учнів над новою для них формою інтелектуально-комунікативних дій – письмовим висловлюванням у вигляді реконструктивного тексту. Методика роботи над реконструктивним текстом детально викладена у першій книзі теоретичної частини ІНМК «Фізика-7» [10]. Зазначимо лише, що цілеспрямована робота, пов'язана з освоєнням учнями дій щодо породження письмових наукових текстів, є надзвичайно багатопланою. Значна її частина виконується позакласно, але важливість її виконання важко переоцінити, адже при вмілих організації і керівництві з боку вчителя вона може забезпечити максимальне залучення учнів до процесу навчання, значно активізувати їхню інтелектуальну діяльність. Безсумнівно, що «у співробітництві, під керівництвом, з чієюсь допомогою дитина завжди може зробити більше й вирішити більш складні завдання, ніж самостійно... У співробітництві дитина виявляється сильнішою і розумнішою, ніж у самостійній роботі, вона піднімається вище за рівнем інтелектуальних труднощів, що долаються нею...» [3].

При підготовці ІНМК «Фізика-7» урахувалося, що опанування фізикою лише тоді стає ефективним, коли учень здатен правильно і вільно вживати необхідні фізичні терміни. Не випадково в давньоримській міфології Термін (латиною Terminum) – це божество меж, кордонів. Саме терміни (слова або словосполучення), втілюючи в собі наріжні поняття фізичної науки, дозволяють учню подолати межу, що відокремлює систему буденного знання від системи знання наукового. Експериментально доведено, що грамотне вживання термінів залежить від правильного усвідомлення їх змістового наповнення, а правильне усвідомлення змістового наповнення залежить від того, наскільки цьому сприяють той чи інший спосіб їх семантизації [2]. Процес засвоєння нового терміна складається із засвоєння його звучання, артикуляції, написання, особливостей застосування в мові. Все це учень має утримувати в пам'яті, аби в потрібному випадку правильно застосувати відповідний термін на письмі або в усному мовленні. Термін закріплюється в пам'яті учня і входить до його активного словника лише після багатократного повторення і багатократного використання в мові. Тому всі вказані тут етапи, які є складовими частинами процесу засвоєння терміна, мають бути обов'язково пройдені учнем. Тож роботу над збагаченням термінологічного лексикону учитель буде так, аби учень чув правильну вимову терміна, неодноразово сам його вимовляв і записував, складав з цим терміном словосполучення і речення. Вивчаючи залежність запам'ятовування слів від способу розкриття їхніх значень, психологи експериментально довели, що слова, значення яких пояснювали учням шляхом лексичного тлумачення, запам'ятовувалися значно краще (97,5%), ніж ті, які таким тлумаченням не супроводжувалися [6]. На жаль, робота над фізичною термінологією (в основному, за браком часу) часто залишається поза увагою вчителя. Для усунення цього недоліку в організації навчання в кожному розділі ІНМК «Фізика-7» подаються тематичні кросворди і завдання до них. Опанування фізичною термінологією розглядається в ІНМК «Фізика-7» як важлива передумова переходу учня до мислення науковими фізичними категоріями, коли зустріч з терміном не супроводжується безплідним пошуком синоніму з буденної мови. У цьому випадку учень сприймає науковий термін через його смислове наповнення, мовна ж оболонка сприймається ним інтуїтивно, автоматично.

Ні в кого не викликає сумнівів, що дитина від народження наділена певними генетично закріпленими функціями, силами, можливостями. Деякі з них приходять у рух відразу ж або в перші дні після народження (ссати груди матері, суцяти ручками-ніжками, видавати невиразні звуки), інші ж включаються в життєдіяльність дитини пізніше (ходити, бігати, говорити, мислити тощо). Послідовність увімкнення окремих функцій дитини в її повсякденну діяльність (імпринтинг) залежить, по-перше, від природної обумовленості, по-друге, від навколишнього середовища, яке значною мірою стимулює своєчасний прояв тих чи інших груп, комплексів функцій, сприяє їхньому розвитку і становленню. Суть функціональної тенденції полягає в тому, що внутрішні, вроджені сили дитини, далеко не пізнані сучасною наукою, несуть у собі імпульси до руху, вони самі прагнуть до розвитку, рух і розвиток – їхній природний стан. Можна сперечатися, чи повною мірою враховані ці функціональні тенденції, коли вивчення фізики – науки про найзагальніші властивості матеріального світу – починається в 7-му класі. Сприймаючи цей факт як даність, ІНМК «Фізика-7» націлений на всебічну реалізацію внутрішніх потенцій дитини щодо пізнання навколишнього світу і здобуття наукових знань про нього.

Для учня знання не є чимось, що існує і приростає само по собі. Знання – це те, що комусь відомо. Але навіть найдосконаліше викладення інформації в письмовому вигляді не є знанням, якщо воно нікому не відомо. Тож знання є функцією людських індивідів і соціальної організації, це форма і спосіб відбиття дійсності, оскільки в ньому закарбовані властивості, ознаки і відношення об'єктів. Наукове знання відрізняється від інших видів знань (буденного, художнього тощо) насамперед своєю системністю. Наукове знання, наука «зовсім не є колекцією законів, зібранням непов'язаних фактів. – писав А.Ейнштейн. – Наука є творінням людського розуму з його вільно винайденими ідеями і поняттями. Фізичні теорії намагаються утворити картину реальності й встановити її зв'язок з широким світом чутливих сприйнятів. Таким чином, єдине виправдання побудов нашого розуму полягає в тому, чи утворює воно та яким шляхом таку ланку наших теорій» [17]. Колись у розмові з Нобелівським лауреатом Вернером Гейзенбергом інший Нобелівський лауреат, один із засновників квантової теорії Макс Паулі сказав: «Зрозуміти природу – це означає дійсно зазирнути в її внутрішні взаємозв'язки, точно знати, що ми пізнаємо її скриті механізми. Таке знання не дається пізнанням одного окремого явища або однієї окремої групи явищ, навіть коли ми відкрили в них певний порядок; воно приходить лише завдячуючи тому, що пізнається як взаємопов'язане і редукується до одного простого кореня величезну множину дослідних фактів» [17].

Висновки та перспективи подальших розвідок. Створення і розбудова у складі інформаційно-знаннєвої системи учня знаннєвої парадигми, яка б адекватно відображала закономірності фізичних основ світу, є важливим завданням ІНМК «Фізика-7». Успішність чи неуспішність його використання значною мірою залежить від учителя, якому відведена найважливіша роль посередника між дитиною і матеріальними та духовними цінностями минулих і сучасного поколінь. За словами видатного чеського педагога, основоположника дидактики Яна Амоса Коменського (1592-1670), саме вчитель постає для своїх учнів як світло у темряві – *lux in tenebris*. Бути для вчителя бодай ще одним ліхтариком для розсіювання темряви має ІНМК «Фізика-7».

Свого часу найвидатніший фізик-експериментатор ХХ століття, Нобелівський лауреат, академік Петро Капиця (1894-1984) зазначав, звертаючись до молодих учених, що «автори пишуть підручники з фізики, викладаючи предмет у спосіб, що зрозумілий їм самим» [5]. Тому, підкреслював П.Капиця, кожному треба підібрати собі той підручник, до якого лежить душа, який найбільше подобається. Працювати з таким підручником буде зручно і приємно, як розмовляти з однодумцем. ІНМК «Фізика-7» призначений для однодумців, учителів та їх учнів, які шукають шляхи до пізнання матеріального світу через фізику – фундамент сучасного природознавства, техніки і технологій постіндустріального суспільства.

Література

1. Анісімов І. На що спиратиметься шостий технологічний уклад нашої економіки? / Анісімов І., Івченко В., Парасюк І. // Дзеркало тижня. – 2007. – № 40 (669). – 27 жовтня- 2 листопада. – С.4.
2. Выготский Л.С. Собр. соч.: В 6 т. / Л.С. Выготский – М.: Педагогика, 1982-1983. Т.1. – 1982. – С. 230.
3. Беляев Б.В. Зависимость правильности употребления иноязычных слов от способа осознания их смысловой стороны / Б.В. Беляев // Вопросы психологии. – 1964. – № 5. – С. 22.
4. Капитал страны. Журнал об инвестиционных возможностях России [Електронний ресурс]. – Режим доступу до журн.: http://www.kapital-rus.ru/strateg_invest/element.php?ID=5863.

5. Капица П.Л. Эксперимент. Теория. Практика / П.Л. Капица. – М.: Наука, 1987. – С.226..
6. Красильщикова Д.И. Зависимость запоминания слов иностранного языка от способов раскрытия их значения и времени заучивания / Д.И. Красильщикова, Е.А. Хохлачев // Вопросы психологии. – 1967. – № 6. – С. 20.
7. Проблема опыта в современной науке. Реферативный сборник. – М.: Институт философии АН СССР, 1980. – С. 54.
8. Смирнов В.А. Сутність і структура інтелектуального знання. I. На шляху розвитку структури та організаційних форм наукового пізнання / В.А. Смирнов. // Філософські обрії. Науково-теоретичний часопис. – Вип. 8. – Київ-Полтава, 2002. – С. 46-54.
9. Смирнов В.А. Сутність і структура інтелектуального знання. II. Знання у ракурсі процесів самоорганізації матерії / В.А. Смирнов. // Філософські обрії. Науково-теоретичний часопис. – Вип. 9. – Київ-Полтава, 2003. – С. 87-105.
10. Смирнов В.А. Фізика-7: перші уроки: в 3 ч. / В.А. Смирнов. – Харків: Видавнича група «Основа», 2009. – Ч. I. – 2009. – 114 с.
11. Смирнов В.А. Фізика-7: перші уроки: в 3 ч. / В.А. Смирнов. – Харків: Видавнича група «Основа», 2009. – Ч. II. – 2009. – 112 с.
12. Смирнов В.А. Фізика-7: перші уроки: в 3 ч. / В.А. Смирнов. – Харків: Видавнича група «Основа», 2009. – Ч. III. – 2009. – 160 с.
13. Смирнов В.А. Фізика-7: практичний курс: посібник для самостійної роботи та самоконтролю учнів 7 класу. / Смирнов В.А., Руденко О.П., Касяненко М.М.; за ред. В.А. Смирнова. – Розділи 1-3 [Для загальноосвітніх навчальних закладів]. – Полтава : Видавництво ФО-П Рибалка Д.Л. – 2009. – 258 с.
14. Холін Ю. В. Завтрашній українець: розумник чи неук? Пріоритети реформування середньої освіти / Ю.В. Холін // UNIVERSITATES: научно-популярний журнал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://universitates.univer.kharkov.ua/archiv/2002_4/holin/holin.html
15. Холін Ю. В. Горькая правда об украинской школе. Результаты исследования TIMSS 2007 / Ю.В. Холін // UNIVERSITATES (университеты). Научно-популярный журнал. Наука и просвещение. – 2009. – № 1. – С.9-15.
16. Шляхи вдосконалення викладання фізико-математичних наук в ВНЗ Харківського регіону: доповідь ректора Національного аерокосмічного університету імені М. Є. Жуковського «ХАІ» В.С. Кривцова на засіданні Ради ректорів вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації Харківського регіону 20 лютого 2008 р.: [Електронний ресурс]. – Режим доступу до дж.: <http://www-rada.univer.kharkov.ua/files/20.02.08/krivzov.doc>.
17. Эйнштейн А. Собр. науч. Трудов: В 4 т. / А. Эйнштейн. – М.: Наука, 1965-1967. Т.4. – 1967. – С. 102.
18. Сайт МОН Украины [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.mon.gov.ua/main.php?query=newstmp/2009_1/22_01/
19. NanoWeek. – 2010. – №99. – 15-22 февраля. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до журн.: <http://www.nanonewsnet.ru/articles/2010/kursom-v-6-oi-tekhnologicheskii-uklad>

В.А. Смирнов
(Полтава)

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ПРОБЛЕМЫ И ИННОВАЦИОННЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ

Рассмотрена проблема физико-математического образования как революционизирующего элемента постиндустриального общества. Предложен оригинальный Инновационный учебно-методический комплекс (ИНМК) «Физика-7» для общеобразовательной средней школы. Предполагается, что использование этого комплекса на начальном этапе изучения физики позволит разнообразить процесс обучения, заложит прочный фундамент физико-математического образования.

Ключевые слова: инновация, физико-математическое образование, учебно-методический комплекс

V.A. Smirnov

PHISICS-MATHEMATICAL EDUCATION: PROBLEMS AND INNOVATIVE WAYS OF DEVELOPMENT

The problem of physics-mathematical education as the revolutionizing element of post-industrial society is examined. Is proposed the original Innovation Educational Methods Complex (IEMC) "Physics -7" for the school providing general education. It is assumed that the use of this IEMC in the initial stage of the study of physics will make it possible to diversify the process of learning, to place the stable foundation of physical and mathematical education.

Key words: innovation, physics-mathematical education