

Обґрунтування необхідності і можливості інтеграції знань з механіки та математики у старшій профільній школі

Прийнятий в Україні державний стандарт базової та повної середньої освіти [2] передбачає вивчення фізики у середній школі за схемою «3+3»: перші три роки (VII–IX класи) відводяться на засвоєння базового курсу, а останні три роки (X–XII класи) учні навчаються за програмами, які враховують профільну диференціацію старшої ланки середньої школи.

Науково-методичним засадам навчання фізики в основній школі була присвячена дисертація доктора педагогічних наук М.Т.Мартинюка [4]. Там пропонувалося подати адаптовану для учнів VII–IX класів систему фізичних і астрономічних знань, обравши за основу формування навчального матеріалу феноменологічний («явищний») підхід, який, на думку автора, більш повно відповідає психологічним особливостям дітей підліткового віку. Засвоєння учнями змісту навчання має здійснюватися на експериментальній основі: фізичний експеримент у контексті фактичного матеріалу — це і наочність, і метод дослідження, і джерело знань, і критерій перевірки наслідків гіпотез та теоретичних висновків. Досить широке використання модельних уявлень кожного разу «підкріплюється» конкретним образом об'єкта, що вивчається. Використання математичного апарату зведено до мінімуму. Перевагу надано логічним міркуванням, образному і предметно-наочному моделюванню. Базовий курс є завершеним, він охоплює всі розділи фізики. Поділ шкільної фізики на базовий і профільні курси відповідає ступеневій структурі нинішньої середньої школи.

Серед напрямків, в яких варто продовжити дидактичні дослідження, М.Т. Мартинюк називає розробку й обґрунтування профільних курсів фізики в старших класах (для учнів, які вивчили базовий курс в основній школі) та адекватних їм методичних систем навчання.

Ми зосередимо увагу на профільних курсах, орієнтованих на тих учнів, які планують продовжити свою фізичну освіту у вищих навчальних закладах. Перспектива продовження фізичної освіти у ВНЗ суттєво впливає на таксономію цілей навчання фізико-математичних дисциплін у старших класах школи [5]. Засвоєння університетських курсів фізико-математичних дисциплін вимагає кардинальної перебудови когнітивної сфери, виходу на рівень формальних операцій (за Піаже). Якщо така перебудова не відбулася ще у шкільні роки, то сподівання на успішне навчання у ВНЗ не має підстав [1]. З іншого боку, існуюча нині у середній школі система оцінювання навчальних досягнень з фізики (тематичні атестації без обов'язкового іспиту за весь курс) не примушує учнів до перебудови, про яку йдеться, їм цілком вистачає дитячої механічної пам'яті, щоб заучувати на короткий термін чергову порцію матеріалу, необхідну для одержання бажаної оцінки на тематичній атестації. Навіть у фізико-математичних класах далеко не всі учні обирають фізику як предмет, з якого вони будуть проходити державну атестацію за весь шкільний курс. Але відмова від випускного іспиту в школі не забороняє їм ставати студентами тих ВНЗ, в яких фізика входить до навчальних планів і є підґрунтям фахової підготовки.

Для успішного оволодіння університетським курсом фізики потрібно не тільки перейти у своєму когнітивному розвитку на стадію формальних операцій, а і досить вільно користуватися відповідним математичним апаратом. У більшості випадків випускники сучасних середніх шкіл не вміють застосовувати знання і вміння, отримані на уроках математики, до питань фізики. Це й не дивно, бо математична підтримка шкільного курсу фізики не забезпечена навіть на рівні узгодження навчальних програм [8].

Прийнятий в Україні державний стандарт базової та повної середньої освіти відносить фізику та математику до різних освітніх галузей. Це ускладнює організацію узгодження навчальних програм з цих дисциплін. Але державний стандарт дозволяє змінювати порядок вивчення окремих тем у межах старшої школи. Цим можна скористатися, щоб забезпечити належну математичну підтримку профільних курсів фізики.

Чим має відрізнятися профільний курс для тих, хто збирається продовжувати фізичну освіту у вищій школі, від інших альтернативних курсів фізики старшої профільної школи і від базового курсу?

Для правильного розуміння подальшого викладу треба наголосити, що мова йде не про курс для майбутніх професійних фізиків, а для тих, хто вивчатиме фізику в університеті як навчальний предмет з циклу фундаментальних дисциплін, на основі яких вестиметься фахова підготовка.

Зазначимо, що М.Т. Мартинюк, обстоюючи у своїй докторській дисертації введення завершеного базового курсу фізики основної школи, визнавав і такий варіант методичної системи навчання фізики, коли її поглиблене вивчення починається з VIII класу. На нашу думку, профільне навчання фізики з VIII класу має залишитися саме для підготовки професійних фізиків. Завжди існує відносно невелика кількість учнів, які вже в такому віці визначилися щодо своєї майбутньої долі науковця в галузі фізичних наук. Але зараз мова йде про тих, хто мусить вивчати фізику у вищій школі, бо вона складає підґрунтя фахової підготовки для багатьох природничо-наукових, інженерних і педагогічних спеціальностей. Вивчення ж фізики у ВНЗ унеможлиблюється без належної організації навчання в середній школі.

В останні роки спостерігається значне розшарування студентів за їхніми успіхами з фізико-математичних дисциплін. Невстигаючі студенти не стільки не хочуть, скільки неспроможні вивчати ці навчальні предмети. А

серед невеликої кількості студентів, які успішно навчаються з цих дисциплін, практично всі — випускники спеціалізованих фізико-математичних шкіл. Треба сказати, що для колишніх учнів таких шкіл умови для інтелектуального і творчого розвитку в університеті виявляються помітно гіршими, порівняно з тими, які в них були у шкільні роки, бо оточення стає менш інтелектуальним і творчим. Випускники невеликої кількості спеціалізованих фізико-математичних шкіл розпоршуються по порівняно великій кількості ВНЗ відповідного профілю, які часто-густо вимушені приймати на навчання багато невідповідно підготовлених належним чином абітурієнтів.

Отже, мова йде про фізико-математичну освіту досить значної частини учнів середньої школи, яким треба допомогти до закінчення основної школи зробити правильний вибір профілю навчання у старшій школі, а там уже налагодити підготовку, необхідну для подальшого успішного навчання у ВНЗ.

З цієї точки зору, базовий курс основної школи має бути спрямованим, у першу чергу, на збудження зацікавленості фізичними явищами, на створення впевненості учнів у необхідності фізичних знань для широкого кола професій і навіть просто для нормального життя у сучасному світі. Разом з тим, треба звертати увагу учнів на те, що фізика — найрозвинутіша в теоретичному плані наука, а її вивчення вимагає знайомства з досить складним математичним апаратом, здатним «згорнути» величезний фактичний матеріал фізичної науки у невелику кількість фундаментальних теорій.

Уже в основній школі корисно демонструвати, як математика допомагає відновлювати у пам'яті значну частину теоретичного матеріалу з фізики, а також заохочувати учнів до використання математики під час з'ясування фізичних питань. Але робити це треба дуже обережно, поступово. Учні мають на своєму досвіді переконатися, що математика полегшує, а не ускладнює розуміння і передбачення фізичних явищ.

Головне завдання вчителя фізики основної школи, на нашу думку, — забезпечити достатньо велику кількість бажаючих обрати для навчання у старшій школі фізико-математичний профіль. В учнів має з'явитися багато цікавих для них питань з фізики, які б вони *хотіли* з'ясувати, але при цьому розуміли, що це можна зробити, лише *поглиблено* вивчаючи фізику і математику. Бажано створити *пізнавальну* мотивацію вибору фізико-математичного профілю.

Тут треба врахувати, що найзацікавленіші фізикою учні вже після VII класу перейдуть до спеціалізованих фізико-математичних шкіл. Отже, треба буде збудити інтерес до цього навчального предмету в учнів, більшість з яких у своєму когнітивному розвитку ще знаходяться на рівні конкретних операцій. Це означає, що вони ще не навчилися *отримувати задоволення* від формально-математичних доведень, не навчилися користуватися законами формальної логіки. Ці вміння не формуються самі по собі в міру фізіологічного розвитку дитини, але форсування відповідного навчання може привести до того, що учні втратять віру у свої сили і будуть уникати занять фізико-математичними дисциплінами. Оскільки перехід на якісно новий щабель когнітивного розвитку для кожного учня проходить досить стрибкоподібно, а моменти таких переходів для всіх учнів не збігаються у часі, то тут, як ніколи, потрібен індивідуальний підхід до кожного окремого вихованця, потрібні допомога, підтримка, заохочення, але без висування жорстких вимог. Навіть єдині вимоги до оцінювання навчальних досягнень з фізики виявляються недоречними. У кожного учня може бути свій шлях до зацікавленості фізикою, до переходу на новий щабель пізнання світу. І вчителю треба навчитися диференційовано оцінювати досягнення учнів на цьому шляху. Це дуже непроста справа, але затрачені зусилля окупляться навіть на рівні задоволення від учительської праці. Співпрацювати з розумними і зацікавленими навчальним предметом учнями набагато приємніше, ніж примушувати недалеких і байдужих заучувати програмний матеріал.

Ще раз наголосимо на тому, що необхідно забезпечити достатньо велику кількість бажаючих обрати для навчання у старшій школі фізико-математичний профіль. В ідеалі, всі хто буде продовжувати фізичну освіту у ВНЗ, повинні закінчувати середню школу за цим профілем. Без цього, як показав досвід останніх років, їхнє навчання у вищій школі практично втрачає сенс, бо вони виявляються нездатними оволодіти спеціальностями, які спираються на фундамент фізико-математичних дисциплін.

Нездатність, про яку йдеться, пов'язана не з тим, що в абітурієнтів цих ВНЗ існують деякі прогалини в знаннях фактичного матеріалу шкільного курсу фізики. Виявляється, що вони не навчилися розуміти мову підручника, пояснення викладача, не вміють будувати логічні умовиводи, не можуть критично ставитися до зовнішньої інформації та до того, що говорять і пишуть самі. Вони вміють тільки те, чого їх учили в школі з першого до останнього класу, — заучувати на короткий термін відносно невеликі тексти, не заглиблюючись у їхній зміст.

З перших класів громадяни оновленої України заучують тексти, що містять слова, значення яких не знають не тільки вчителі початкових класів і батьки молодших школярів, а й викладачі української мови і літератури. Притчею во язицех стали тексти одного з новітніх підручників біології для учнів шостих класів [3]. Після такої «обробки» мало хто з учнів намагається розібратися в текстах підручника фізики. До того ж, залишаючись без належної математичної підтримки, зміст шкільного курсу фізики розсипається на величезну купу практично не пов'язаних між собою фактів. Як наслідок — вивчення цього навчального предмету у сучасній середній школі небагато дає для розумового розвитку більшості учнів. Заучування визначень наукових понять не просуває автоматично на рівень теоретичних узагальнень.

Отже, якщо призначення базового курсу фізики ми вбачаємо у забезпеченні контингентом великої кількості відповідних профільних класів, які повинні бути створені, то завдання вчителів таких класів полягає, на нашу думку, в тому, щоб завершити кардинальну перебудову когнітивно-вольової сфери учнів і зробити їх

здатними до продовження фізичної освіти у ВНЗ.

Один з апробованих нами варіантів організації підготовки учнів середньої школи до продовження фізичної освіти отримав назву «технологія критичного мислення» [7] і ґрунтувався на дидактичному принципі інтеграції на засадах профільної диференціації [6]. Він був реалізований в умовах фізико-математичного ліцею, де один з авторів (Ю.П. Мінаєв) мав можливість виконувати обов'язки і вчителя фізики, і вчителя математики.

Апробація іншого варіанту розпочалася у 2003/04 н.р. в умовах фізико-математичного гуртка районного центру дитячої та юнацької творчості (м. Запоріжжя, Жовтневий р-н). Заняття, які проводила другий автор (О.А. Марченко), відвідували учні дев'ятих класів різних шкіл міста. У цьому випадку не було формальної вимоги мати окремі програми з фізики та математики і можна було створити дійсно інтегрований курс, урахувавши досвід налагодження міжпредметних зв'язків, набутий під час узгодженого викладання фізики і математики в ліцеї.

Особлива роль у налагодженні дієвої інтеграції між фізикою і математикою належить технології вивчення теоретичного матеріалу з механіки. Значення математики для розвитку фізичної науки було відбито ще у назві фундаментальної праці І. Ньютона. З іншого боку, розвиток самої математики підштовхувався потребами побудови адекватних математичних моделей фізичної реальності. Зв'язок між математикою і механікою знаходить свій відбиток і у традиційній назві одного з факультетів у багатьох класичних університетах. На доцільність створення інтегрованого курсу, в якому б розглядалися спільні питання математики і механіки, вказував і відомий дидакт, автор ідеї укрупнення дидактичних одиниць П.М. Ердієв [9]. Але й досі за офіційними програмами механіку *проходять* (бо вивченням це назвати не можна) набагато раніше, ніж учні знайомляться з відповідними темами на уроках математики.

Інтегрований курс, який ми запропонували гуртківцям районного центру дитячої та юнацької творчості, отримав назву «Мехматика». Його програма враховувала рівень математичної підготовки учнів, які закінчили VIII клас загальноосвітньої школи. Зазначимо, що згідно з прийнятим державним стандартом базової та повної середньої освіти випускники основної школи будуть не набагато краще підготовленими до вивчення механіки у старшій школі.

Інколи вчителі фізики намагаються забезпечити математичну підтримку курсу механіки у такий спосіб. Після короткої розповіді про фізичний і геометричний зміст похідної функції дають таблицю похідних елементарних функцій і вимагають від учнів завчити її напам'ять. З інтегралами — та сама історія. Ми принципово проти такого підходу. Хоча він може на початковому етапі дати деяку економію навчального часу, у подальшому ця економія обертається значними втратами. Бездумно завчене напам'ять не піддається свідомому контролю. А формули зовні такі схожі, якщо не заглиблюватись у їхній зміст! Через деякий час вони в голові переплутуються, і учні стають цілком безпорадними.

Ми йдемо іншим шляхом. Багато часу виділяємо на початкове знайомство з елементарними функціями, з їхніми властивостями, з графіками, з фізичними процесами, які вони описують. Докладно обґрунтовуємо необхідність введення поняття похідної функції, детально розбираємо її фізичний і геометричний зміст. Пропонуємо учням будувати за графіками функцій ескізи графіків їхніх похідних. Аналогічний підхід використовуємо і при знайомстві з інтегралами, рядами, диференціальними рівняннями. Це привчає учнів усвідомлювати, а не механічно запам'ятовувати формули і алгоритми дій. У результаті — інколи учні придумують такі підходи до розв'язання запропонованих нами завдань, які цікавіші від тих, що ми збиралися їм показати, якщо б вони не впоралися самостійно. А головне — учні навчаються критично мислити, під час виконання завдань орієнтуються на внутрішні, суттєві ознаки проблемної ситуації, а не починають бездумно відпрацьовувати алгоритм дій, який був би доречним в інших умовах, які лише на вигляд нагадують запропоновані.

Ми вважаємо, що проведена нами експериментальна робота дає підстави запропонувати використовувати інтегрований курс «Мехматика» на початку вивчення фізики у старшій ланці середньої школи після базового курсу основної школи. Питанням методичного забезпечення інтегрованого курсу, про який ішлося, будуть присвячені наступні публікації.

Література

1. Афанасьєва Н.І., Кенєва І.П., Мінаєв Ю.П. Залежність якості засвоєння школярами і студентами навчального матеріалу з фізики від рівня розвитку їхнього формального мислення // Вісник Чернігівського державного університету імені Т.Г. Шевченка. Випуск 13. Серія: пед. науки: Збірник. У 2 — х т. — Чернігів: ЧДПУ. — 2002. — №13. — Т.2. — С. 167 — 172.
2. Державний стандарт базової і повної середньої освіти // Освіта України. — №5. — 20.01.2004. — С. 1 — 13.
3. Єфанов М.М. Гуманізація від слова гумус? // Матеріали всеукраїнської конференції «Актуальні проблеми вивчення природничо-математичних дисциплін у загальноосвітніх навчальних закладах України». — К.: Київський національний ун-т імені Тараса Шевченка. — 1999. — С. 16 — 17.
4. Мартинюк М.Т. Науково — методичні засади навчання фізики в основній школі: Автореф. дис. ... д — ра пед. наук: 13.00.02 / Нац. пед. ун-т. — К., 1999. — 34 с.
5. Мінаєв Ю.П., Тихонская Н.И. Проблемы разработки таксономии требований к абитуриенту физического факультета университета // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського ун-ту: Серія педагогічна. — Кам'янець-Подільський: К — ПДУ. — 2003. — Вип. 9. — С.108 — 110.

6. Мінаєв Ю.П. Про втілення принципу інтеграції в освітні стандарти профільної школи // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г.Шевченка. Випуск 3. Серія: пед. науки: Збірник. — Чернігів: ЧДПУ. — 2000. — №3. — С. 88 — 92.

7. Мінаєв Ю.П. Технологія розвитку критичного мислення при навчанні природничо-математичних дисциплін // Збірник наукових праць. Педагогічні науки. Випуск 32. — Частина 2. — Херсон: Видавництво ХДПУ. — 2002. — С. 85 — 90.

8. Швець О., Бойко Л. Міжпредметні зв'язки математики і фізики: стан, проблеми, перспективи // Фізика та астрономія в школі. — 2002. — №6. — С. 21 — 25.

9. Эрдниев П.М., Эрдниев Б.П. Укрупнение дидактических единиц в обучении математике: Кн. для учителя. — М.: Просвещение, 1986. — 255 с.

УДК 372.853

Мисліцька Н.А.,

¹Національний педагогічний університет ім.М.П.Драгоманова,
м. Київ

Заболотний В.Ф., Б.А.Сусь

Вінницький державний педагогічний університет ім. М.М.Коцюбинського
м. Вінниця

Використання комп'ютерного моделювання при вивченні криволінійного руху

Серед багатьох методів наукового пізнання чимале місце займає метод моделювання, який широко використовується в багатьох галузях науки, зокрема і у фізиці. Застосування його в навчальному процесі — одне із актуальних питань як педагогіки, так і методики викладання фізики, адже сам процес формування знань пов'язаний з перетворенням у свідомості учня одних моделей на інші. Використання моделей з навчальною метою допомагає виділити і відобразити найважливіші для пізнання зв'язки в явищах, які часто бувають недоступними для безпосереднього спостереження, і водночас, допомагають розкрити механізм перебігу відповідних процесів [1].

Моделюючі комп'ютерні програми являють собою не просто електронне доповнення до традиційного підручника, а, по суті, свого роду настільну лабораторію для індивідуальної інтерактивної роботи учня з математичною моделлю фізичного явища. В цьому відношенні моделюючі програми принципово відрізняються від традиційно навчальних-контролюючих, так як саме при моделюванні фізичних явищ по-справжньому використовуються унікальні можливості, які надає комп'ютер. Комп'ютерні програми дозволяють отримати наочні ілюстрації фізичних явищ у всій їх динаміці, відтворювати тонкі деталі явищ, які, зазвичай, складно помітити при безпосередньому спостереженні, змінювати часовий масштаб явищ, будувати (одночасно із спостереженням процесу) графіки, які його описують. Особливу роль грає можливість змінювати в широких межах параметри системи, що вивчається, і умови експерименту, розглядаючи в тому числі і ті ситуації, які, з тих чи інших причин, неможливо реалізувати в реальному експерименті.

Комп'ютерні моделі — ефективний засіб пізнавальної діяльності учнів, які відкривають для учителя широкі можливості для удосконалення уроку. Використовуючи навчальні комп'ютерні моделі, учитель може подати матеріал більш наглядно, продемонструвати його нові і несподівані сторони невідомим раніше способом, що, в свою чергу, підвищує інтерес учнів до предмету і сприяє поглибленню розуміння навчального матеріалу. Важливо, що моделі дозволяють спостерігати на екрані комп'ютера імітацію складних і небезпечних процесів, зокрема роботу ядерного реактора і лазерної установки, різні види рухів і коливань тощо, що сприяє глибокому усвідомленню навчального матеріалу. Найголовніше полягає в тому, що учні можуть керувати моделюючими процесами, змінюючи відповідні параметри моделі, що безумовно відкриває можливості для виконання творчих та конструктивних завдань. В ряді випадків комп'ютерне моделювання може замінити досліди, які варто проводити в фізичних лабораторіях, але вони складні і небезпечні, наприклад, досліди зі ртуттю не рекомендують проводити в школі, тому комп'ютерна модель досліду Торріччелі, який досить інформативний для формування поняття атмосферного тиску, ефективно впливає на навчальний процес. Суттєво те, що комп'ютерне моделювання дозволяє зекономити час як при підготовці до уроку, так і на самих уроках і під час самостійної роботи учня над вивченим матеріалом.

Нами розробляються педагогічні програмні засоби, які викладачі університету використовують на заняттях з методики викладання фізики, а студенти апробовують на уроках з фізики в школі під час педагогічної практики. При розробці таких навчальних програм значна увага приділяється комп'ютерному моделюванню.

При створенні педагогічних програмних засобів враховуються принципи застосування комп'ютерної моделі на заняттях, а саме:

- модель явища необхідно використовувати лише в тому випадку, коли неможливо провести експеримент, або, коли це явище протікає дуже швидко і за ним складно спостерігати;
- комп'ютерна модель повинна сприяти спостереженню явища в деталях або слугувати ілюстрацією умови задачі, яка розв'язується;