

# ОСОБЛИВОСТІ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ В КОНТЕКСТІ РЕФОРМИ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ

**Тетяна ЗАСЄКІНА**, заступник директора з науково-експериментальної роботи Інституту педагогіки НАПН України, кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник

Як відомо, *третья промислова революція*, що розпочалася від середини XX ст., сприяла переходу на автоматизоване виробництво внаслідок використання комп'ютерів та інформаційних технологій. Ключовими технічними досягненнями є вихід у космос, освоєння атомної енергії й, безперечно, повсюдне використання інформаційних технологій. Ми з вами ввійшли в епоху *четвертої революції*, що її називають *індустріальною революцією 4.0*. Четверту індустріальну революцію створюють біо- і нанотехнології, робототехніка, штучний інтелект, 3D-друк, комп'ютерні симуляції речей, Інтернет, хмарні технології, *Big Data*, віртуальна й доповнена реальність, блокчейн і безліч інших технологій. Це період, за якого змінюється усе: технології, економічні відносини, культура, політичні системи, організації, управління, лідерство, мислення, духовність, сприйняття часу, віку, гендеру, роботи, дозвілля, справедливості, любові тощо.

За останні 30 років людство зробило величезний прорив завдяки фізиці: швидкісний Інтернет, комп'ютери, політ на Марс, електромобілі, потужні батареї, альтернативна енергетика тощо. Водночас у цей період відбуваються активне дослідження властивостей біоструктур, редагування геномів, перетворення стовбурових клітин. Першість у світових дослідженнях посідає медицина. Саме у цій сфері прогнозують величезні досягнення. Сьогодні представники природничих наук визнають, що настав час «фізики живого». Так, наприклад, академік НАН України Вадим Локтев під час звітної доповіді на Загальних зборах Відділення фізики і астрономії НАН України 24 квітня 2019 р. зазначив: «Поступово, в міру накопичення знань і розкриття багатьох таємниць, почався розворот загального фронту світових досліджень у бік фізики живого, який ми, на жаль, прогавали» [1].

Отже, маємо перший виклик – зміни пов'язані із розвитком природничих наук. Якщо раніше, говорячи про об'єкти дослідження, зазначали, що для фізики і хімії – це нежива природа, а для біології – жива, то сьогодні говорять про взаємне проникнення наукових досліджень і відкриття на стику наук. Через те нині для науки більш притаманний поділ не за об'єктами вивчення, а за соціально-культурною орієнтацією, формою організації та трансляції знань, галуззю застосування на фундаментальні та прикладні. Сучасна наука вже вийшла з розряду захоплень для вузького кола осіб і стала не просто доступною для широких мас, а й продуктивною силою не лише сучасного виробництва (особливо сучасної техніки й технологій), а й у цілому суспільства.

Наука й техніка завжди розвивалися самостійно й водночас доповнювали одна одну. Наприклад, винахід парової машини відбувався дослідним шляхом, тобто фактично без наукового підґрунтя. Практичне використання парових машин загострило проблему підвищення їх коефіцієнта корисної дії (ККД). Розв'язування цієї проблеми спонукало до досліджень у лабораторних умовах і сприяло розвитку молекулярно-кінетичної теорії й термодинаміки, відкриттю закону збереження й перетворення енергії. Наукові відкриття почали випереджати технічні відкриття. У другій половині XIX ст. темпи розвитку науки й техніки зрівнялися. У XX ст. наука почала випереджати техніку. Проте вже сьогодні ми знову спостерігаємо випередження науки технікою.

Отже, другий виклик – зміни, пов'язані з розвитком техніки і технологій. На превеликий жаль, зміст шкільної фізики обмежений досягненнями, що були актуальними в минулому тисячолітті й практично не відображає сучасних досягнень. Учні щодня користуються величезною кількістю досягнень сучасної науки й техніки, втілених у телефоні, комп'ютері,

індукційній плиті й мікрохвильовій печі тощо й не замислюються над тим, як працюють ці прилади. Головне, що працюють – і по всьому. Однак хтось же це придумав! Варто зазначити, що професія інженера-конструктора є однією з найбільш високооплачуваних на сучасному світовому ринку праці та запитуваною роботодавцями. Потреба у фахівцях, які добре володіють сукупністю знань у природничих науках (*science*), технологіях (*technology*), інженерній справі (*engineering*) і математиці (*mathematics*) породило новий напрям в освіті – STEM-освіту. У звіті *EuropeanSchoolnet*, що містить результати дослідження 30 країн, зазначено: в 2015 р. 80 % опитаних країн відзначили STEM-освіту як свій пріоритет. Майже всі вони нині впроваджують STEM-освіту з фокусом на соціоекономічні аспекти знання [2].

У 2018 р. Україна брала участь в Міжнародному дослідженні якості освіти PISA, що дає змогу з'ясувати переваги та недоліки національної системи освіти й на основі аналізу розробити напрями підвищення ефективності її функціонування [3]. Серед висновків щодо отриманих результатів досліджень, зокрема дослідження PISA, зосередимо увагу на таких.

Учні:

- не вміють утримувати логічний ланцюг, стежити за думкою;
- не вміють самостійно аналізувати табличні або графічні дані, що не супроводжуються готовим поясненням і це пояснення потрібно надати;
- не можуть пояснити сутність явища – здебільшого просто називають факти без пояснень або використовують формулювання, що наведені в текстовому описі, а не власні;
- не здатні робити висновки про причинно-наслідкові зв'язки;
- не вміють критично оцінювати інформацію, зокрема подану в ЗМІ;
- не можуть застосувати теоретичні знання в практичних ситуаціях;
- учні настільки звикли до предметної структури знань, що перенесення набутих умінь навіть зі споріднених предметів є доволі складним [4].

Зазначені вище та інші обставини зумовлюють переосмислення цілей і завдань природничої освіти на всіх її ступенях: від дошкільця до професійного навчання. В Україні, як відомо, розпочато реформу, провідні ідеї якої описані у концепції Нової української школи [5]. Серед усіх новацій акцентуємо увагу на таких,

що мають спільну концептуальну основу, а саме – компетентності й результати навчання. У законі «Про освіту» [6] зазначено: **результати навчання** – це знання, уміння, навички, способи мислення, погляди, цінності, інші особисті якості, набуті у процесі навчання, виховання та розвитку, які можна ідентифікувати, спланувати, оцінити і виміряти та які особа здатна продемонструвати після завершення освітньої програми або окремих освітніх компонентів. **Компетентність** – динамічна комбінація знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно соціалізуватися, проводити професійну та/або подальшу навчальну діяльність [6].

Як бачимо, поняття «компетентність» і «результат навчання» збігаються в переліку того, що має бути здобуте, сформоване й розвинуте у процесі навчання і життєдіяльності. Ці два поняття, по суті, відіграють роль системотворних елементів, як таких, що інтегрують освітні компоненти (стандарти освіти, освітній процес, якість освіти). Незабаром буде затверджено стандарт базової освіти, проект якого спільнота обговорює вже майже рік. Такий тривалий процес обговорення зумовлений тим, що відбувається **зміна сутності стандарту**: від «стандарту змісту» до «стандарту результатів». Стандарти, орієнтовані на результат, визначають ті академічні знання, необхідні вміння й компетентності, що можуть вплинути на особистісний розвиток здобувачів освіти, які ті зможуть використовувати в майбутній професійній діяльності.

Зазначимо, що така зміна сутності стандартів освіти притаманна багатьом освітнім системам зарубіжжя, проте вчительською спільнотою в Україні стандарти освіти традиційно ще сприймаються як документи, в яких має фокусуватися увага на тому, що треба вивчати, тобто на змісті. Через те очікують бачити в стандарті навчальні предмети, змістові питання навчальних програми тощо. Стандарт – це рамковий документ. На його основі розробляються типові освітні програми, якими можуть скористатися заклади освіти і використовувати з невеликими змінами, що зумовлені конкретними умовами закладу освіти, або ж розробляти на основі стандарту власні освітні програми закладу, затверджуючи їх у відповідному порядку.

І вже освітня програма міститиме опис того, через які предмети і курси і в який спосіб

можна досягти виконання стандарту. Окрім того, в проекті стандарту вказано, що предмети можуть формуватися не лише в рамках однієї галузі, а об'єднувати повністю або часткового компоненти інших галузей. Ось чому формування природничої освіти в основній школі (5 – 9 класи) може бути варіантивним.

*Перший варіант* (лише на основі природничої галузі): інтегрований курс у 5 – 6 класах, окремі предмети фізика, хімія, біологія, географія у 7 – 9 класах.

*Другий варіант* (на основі природничої галузі із залученням компонентів здоров'язбережувальної і технологічної галузей): інтегрований курс у 5 – 6 класах, окремі предмети фізика, хімія, біологія, географія у 7 – 9 класах.

*Третій варіант* (на основі математичної, інформатичної, природничої – із залученням здоров'язбережувальної та технологічної галузей) – цілісна система предметів з 5 по 9 клас (математика, інформатика, природничі предмети, технології), що наскрізно поєднана спільними питаннями, які узгоджені між собою.

Можливі й інші варіанти, зокрема такі, які міститимуть не лише основні предмети, а й вибіркові модулі (спецкурси), що їх можна буде інтегрувати у вигляді розділу у відповідний природничий предмет (як от «фізика живого» у фізику або біологію) або викладати окремо.

Необхідність узгодженого вивчення природничих предметів – нагальна потреба. Адже більшість недоліків у знаннях учнів з природничих предметів пояснюється низкою причин. Тривалий час виникають потреби оновлювати зміст освіти, але при цьому вдаються до створення нових предметів, таких як основи здоров'я, фінансова грамотність, екологія, економіка тощо через скорочення тижневих годин навчального плану з інших предметів (у т. ч. й з математики і фізики). Школярів перевантажують навчальною інформацією, недооцінюються інтегруючі можливості існуючих предметів. Унаслідок цього освітній процес постає перед учнями як конгломерат окремих, не пов'язаних один з одним елементів. Вивчаються поняття, правила, дії одні за іншими, і вся увага зосереджена на кожному предметові окремо. Зв'язки розкриваються лише лінійно. Практично не відбуваються об'єднання, систематизація, здійснення вертикальних і горизонтальних зв'язків. Формування системи знань реалізується швидше стихійно, ніж цілеспрямовано.

Ми вважаємо, що сьогодні підвищення якості освіти має здійснюватися через розроблення принципово нових підходів до навчального планування, зокрема формулювання очікуваних результатів у вивченні природничих предметів й організації освітнього процесу, у т. ч. із застосування інтегрованого підходу. Варто зазначити, що інколи інтегрованим називають усе, що можна об'єднати до купи, не дотримуючись самої сутності інтеграції. Ми не розділяємо такого підходу, а спираємось на первинний смисл (від лат. *integer* – цілий, повний та *integratio* – доповнення) і підкреслюємо, що інтеграція – це відновлення, доповнення, об'єднання частин у ціле, що відбувається через виявлення зв'язків між компонентами в контексті інтегруючої ідеї, і результат об'єднання має перевершувати їхнє значення до взаємодії.

Підсумком такого процесу є формування інтегрованого об'єкта (цілісної системи) з якісно новими властивостями, в структурі якого зберігаються індивідуальні властивості вихідних елементів. Уведення інтегруючих змістових питань до програм курсів природних предметів як у вищій, так і в середній школі не скасовує специфіку фізичних, хімічних, біологічних наук, а лише збагачує їх теорії і методи пізнання природи і дає учням змогу глибше зрозуміти цілісність природи, не порушуючи властивої своєрідності предметів. Адже учителі хімії та фізики, географії та біології дуже часто не розуміють, як їх предмет відображено у змісті іншого. Наприклад учителі фізики обмежуються прикладами прояву молекулярно-кінетичної теорії лише на прикладах ідеального газу, термодинаміки – у замкнених систем. У той час як ці теорії слугують основою для пояснення багатьох хімічних й біологічних явищ, без них не може обійтися жодна з природничих наук. Якщо ми хочемо підвищити якість фізики, ми маємо усвідомлювати, що фізика – основа природничих наук, техніки і технологій. І ці питання мають бути відображені у змісті освіти. Має відбутися однозначне узгодження курсів фізики, хімії, біології з математикою, інформатикою й технологіями. Мають відбутися зміни в освітніх програмах підготовки учителів і в системі підвищення кваліфікації.

В Україні лише декілька років тому затвердили спеціальність «014.15. Середня освіта (Природничі науки)». При цьому залишається і традиційна підготовка учителів фізики, хімії

та біології на основі предметної спеціалізації. На нашу думку, в підготовці вчителя природничих наук, а ще актуальніше – учителя фізики має бути провідний інтегруючий курс і системи спеціальних курсів, які розкривали б спільні поняття, універсальні закони, їх прояви в природних явищах. Для цього можна скористатися дидактичним принципом інтеграції, що передбачає два види: інтеграцію змісту й діяльнису інтеграцію.

**Інтеграція змісту** уможливорює забезпечення міжпредметних зв'язків між астрономією, фізикою, хімією, біологією, географією. У навчальних програмах з природничих предметів мають бути відображені складники, що є спільними для них, а саме: закономірності, причинно-наслідковий зв'язок; масштаб, пропорційність і порядок величин; системи й моделі систем, енергія й матерія; речовина, потоки, цикли і закони збереження, структура і функція, стабільність і зміна. Ці питання не вивчаються як окремі теми, а розвиваються на природничому змісті впродовж всього циклу навчання. Так, наприклад, розуміння таких наскрізних понять, як **будова / структура, форми, симетрія та функції**, має формуватися на всіх етапах навчання в усіх природничих предметах. Учні мають пояснювати, що будова / спосіб формування об'єкта або організму та їх підструктур визначають їхні властивості та функції. Спостережувані зразки форм і явищ визначають організацію та класифікацію й вказують на взаємозв'язки та чинники, що впливають на них. Подібності та відмінності в будові / структурі можуть бути використані для сортування, класифікації. Складні та мікроскопічні структури й системи можна візуалізувати, змоделювати та використовувати для опису того, як їхня функція залежить від форм, будови / складу та взаємозв'язків між її частинами; тому складні природні та спроектовані структури / системи можна проаналізувати, щоб визначити, як вони функціонують.

Розглядаючи явища, надзвичайно важливо визначити, яким чином зміни масштабу, пропорцій або кількості впливають на структуру або ефективність системи. Явищ, що їх можна спостерігати в одній шкалі / системі, може не бути в іншій шкалі / системі. Природні об'єкти та / або спостережувані явища існують від дуже малого до надзвичайно великого або від дуже короткого до дуже тривалого періодів часу. Різноманіття об'єктів і явищ приро-

ди підлягають класифікації, упорядкуванню, ієрархії. Через те наскрізними є такі поняття, як **масштаб, пропорція, відносність, упорядкованість, ієрархія**.

Учні мають навчитися застосовувати системний підхід щодо пояснення явищ і об'єктів природи, взаємозв'язків. Визначення досліджуваної системи, конкретизація її меж та створення чіткої моделі цієї системи надає інструменти для розуміння та тестування ідей, що застосовуються в науці та техніці. Моделі систем (відкриті, закриті, ізольовані) можуть бути використані для розуміння та прогнозування поведінки й перебігу процесів у природі, зокрема для представлення систем та їх взаємодії, таких як: входи та виходи, процеси, зворотні зв'язки, обміни потоками енергії, речовин та інформації. Наскрізними є поняття: **системи, системні моделі, системний аналіз**.

Основна діяльність науки – це дослідження та пояснення причинно-наслідкових зв'язків і механізмів, за допомогою яких вони опосередковуються. Взаємодії можна класифікувати як причинно-наслідкові або кореляційні, а кореляція не обов'язково означає причинно-наслідкову ситуацію. Події, що відбуваються разом із регулярністю, можуть і не бути пов'язані, як причина та наслідок. Причинно-наслідкові зв'язки зазвичай ідентифікуються, перевіряються та використовуються для пояснення змін. Явища можуть мати більш ніж одну причину, а деякі причинно-наслідкові зв'язки в системах можна описати лише з використанням ймовірності. Причинно-наслідкові зв'язки можна використовувати для прогнозування явищ у природних або штучних системах. Розшифрування причинно-наслідкових зв'язків і механізмів, за допомогою яких вони опосередковуються, є основним умінням у галузі науки та техніки. Зрозуміло, що наскрізними є поняття: **причини та наслідки; механізми та пояснення**.

Як для природних, так і для штучних систем умови стабільності та детермінанти швидкості зміни або еволюції системи є критичними елементами дослідження. Невеликі зміни в одній частині системи можуть спричинити великі зміни в іншій частині. Зміна вимірюється залежно від відмінностей у часі і може відбуватися різними темпами. Пояснити стійкість і зміни природних або розроблених систем можна через вивчення змін у часі та сил у різних масштабах. Ці уявлення формуються

за допомогою наскрізних понять: **цикли, періодичність, стабільність та зміни, еволюція**.

Уся складність взаємодій у природі зводиться до фундаментальних взаємодій чотирьох видів, що виникли внаслідок спонтанного порушення симетрії у перші моменти існування Всесвіту. Симетрія (від грец. *symmetria* – відповідність) законів фізики – незмінність фізичних явищ за певних перетворень, що їх зазнає система. Деякі із законів збереження можна вивести з певних принципів симетрії. **Фундаментальні взаємодії, перетворення, збереження, симетрія** є фундаментальними поняттями природничих наук.

**Діяльнісна інтеграція** пов'язана з тим, що на природничих предметах формуються уміння, що властиві науковому дослідженню. Це, наприклад, узагальнений спосіб опису явища, формулювання поняття, закону. Здійснення дослідження, що складається з процесів формулювання гіпотез, планування експерименту, моделювання, обробки та аналізу результатів тощо. Через те навчальні програми підготовки учителів природничих предметів, зокрема методичних дисциплін, обов'язково мають містити опис результатів навчання, що передбачають розвиток умінь: формулювання запитань і постановки практичних завдань; створення й використання моделей; планування і проведення досліджень; аналізу та інтерпретації даних; застосування математичних операцій і обчислень; класифікування й систематизації. Учні мають продемонструвати здатність пояснювати явища з наукового погляду, оцінювати та розробляти наукові дослідження, науково інтерпретувати дані й докази, критично й скептично ставитися до всіх емпіричних доказів, уміти будувати твердження, що обґрунтовані результатами досліджень, визначати будь-які недоліки в аргументах інших учнів, а також представляти за допомогою алгебраїчних виразів і рівнянь і/та в інший спосіб співвідношення між різними величинами, працювати з різними джерелами даних.

Особливого значення набуває **процедура формування предметного змісту**. На нашу думку, нові навчальні програми з фізики мають обов'язково містити чіткий перелік явищ і процесів, фундаментальних дослідів, основних понять й величин, моделей, принципів, законів й закономірностей теорії, що становлять ядро змісту і окремо – практичну

частину застосування теоретичного матеріалу. Важливим також у структурі майбутнього курсу фізики важливим також є поділ на центри між основною і старшою школою. Не зважаючи на те, що нинішні навчальні програми визначають базовий курс фізики як заснований на явищному підході, а курс старшої школи – на основі провідних теорій, однак практично зміст програм дублює один одного. Тож, на нашу думку, мають бути розроблені й механізми інтеграції уже суто фізичного змісту, тільки тепер – по вертикалі. Необхідно визначити, що має бути покладено в основу формування змісту базової освіти, а що – профільної.

XXI століття – століття рефлексивних форм знання. Це час, коли мало бути зануреним у «свій» предмет, необхідно знати особливості його застосування, методи взаємодії з іншими типами знань, взаємопроникнення й проривні зони розвитку. Будь-який учитель-предметник має бути якоюсь мірою і полі- й мета-предметником.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Локтев В. М. Periculum in mora : Зі стенограми звітної доповіді на Загальних зборах Відділення фізики і астрономії НАН України 24 квітня 2019 року. – URL: [http:// bitp.kiev.ua/files/doc/media/2019/visnyk\\_05-2019-21.pdf](http://bitp.kiev.ua/files/doc/media/2019/visnyk_05-2019-21.pdf)
2. STEM-подход в образовании идеи / методы / практика / перспективы. Минск, 2018/ – URL: <http://edu4future.by/storage/app/media/camp/stem-podkhod-v-obrazovaniiiprint.pdf>
3. Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2018 / кол. авт.: М. Мазорчук (осн. автор), Т. Вакуленко, В. Терещенко, Г. Бичко, К. Шумова, С. Раков, В. Горох та ін. ; Український центр оцінювання якості освіти. Київ : УЦОЯО, 2019. – 439 с.
4. УРОКИ PISA-2018 : метод. реком. / кол. авт.: Д. В. Васильєва, М. В. Головка, Ю. О. Жук, О. Г. Козленко, О. І. Ляшенко, С. О. Науменко, В. І. Новосьолова / Інститут педагогіки НАПН України. — Київ : Пед. думка, 2020. – 96 с. – URL: [http://undip.org.ua/news/library/metod\\_rekom\\_detail.php?ID=9825](http://undip.org.ua/news/library/metod_rekom_detail.php?ID=9825)
5. Концепція нової української школи. – URL : <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
6. Верховна Рада України. 7 сесія, VIII скликання (2017, Вер. 05), Закон № 2145-VIII, «Про освіту». – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>.