



## Полімувні технічні пристрої — основа проблемного викладання фізики

Вячеслав Леонов

Світова економіка стоїть на порозі шостого технологічного укладу. Передові технології та обладнання цього укладу вже запроваджуються у виробництво. Найбільш розвинена в світі економіка США має виробництво на рівні п'ятого укладу близько 60 %, та перевела на рейки нового шостого укладу близько 5 % свого виробництва [1].

Появі кожного з таких укладів передусе створення якихось ключових винаходів, технологій чи матеріалів. Коли ці технології насичують виробництво, зростання економіки сповільнюється, і можуть, навіть, виникати кризові явища. Тоді науковці та винахідники знову пропонують нововведення, що створюють можливості розвитку нової технологічної хвилі.

Загальні тенденції розвитку технологій шостого технологічного укладу. полягають у зменшенні матеріалоемності та енергоспоживання виробництва, застосуванні чистих (не забруднюючих) технологій, скороченні технологічних ланцюгів. У нагоді тут стають нові технологічні матеріали, високі технології, наноматеріали, надшвидкі процеси обробки матеріалів та інше.

Якщо на початку 90-х років в Україні ми мали розвинену індустрію на рівні четвертого та п'ятого укладів, то зараз значна частина цієї індустрії зруйнована, не кажучи вже про те, що індустріалізація п'ятого укладу в Україні взагалі не була завершена. За деякими оцінками, в Україні зараз рівень виробництва знаходиться на третьому технологічному укладі — 58 %, на четвертому — 38 %, а

на п'ятому — 4 % [1]. Такі оцінки показують, що у напрямку розвитку технологій Україна відстає від провідних країн світу на 20–30 років.

Тому перед Україною стоїть проблема підйому економіки, оновлення технологій, налагодження промислового виробництва. Країні треба рухатись у майбутнє додаючи щороку по 10–15 відсотків зростання.

Зараз для України є актуальним переведення виробництва на рівень п'ятого технологічного укладу. Таке виробництво базується на електронній промисловості, обчислювальній техніці, оптико-волоконних лініях, програмному забезпеченні, телекомунікаціях, роботизації, виробництві та переробці газу. Для шостого технологічного укладу головними напрямками розвитку є наноелектроніка, нанобіотехнології, нанохімія, інформаційні технології, синергетичне об'єднання нано-, біо- та інфотехнологій [2].

Розвиток техніки відбувається як у побуті, так і в промисловості. В сучасній квартирі стоять мікрохвильові печі, плазмові або рідкокристалічні телевізори, комп'ютерні екрани на світловипромінюючих діодах, компактні люмінесцентні та світлодіодні освітлювальні лампи. Поява великої кількості нової техніки пов'язана з запровадженням нових технологій, комп'ютеризацією та роботизацією як побуту, так і виробництва. Виникають нові виробничі процеси, засновані на нанотехнологіях або високих технологіях. Вся ця сучасна техніка потребує знання особливостей протікання фізичних процесів та законів фізики. Для

розуміння сучасної техніки та технологій загальноактуальним залишається вивчення інших природничих дисциплін, таких як матеріалознавство, хімія та математика.

Із специфіки цих технологічних напрямків можна заключити, що необхідний розвиток знань рухається в глибину речовини, в особливості її молекулярної будови, в сторону використання процесів на все більш глибоких структурних рівнях. Та саме цей напрямок дослідження речовин у першу чергу пов'язаний з фізичними науками, з ширшим технологічним охопленням різноманітних фізичних явищ. Тобто в освіті сучасного інженера зростає роль фізико-технічної підготовки, постає необхідність розширення обсягу фізичних знань, що одержує технічний фахівець у стінах вищого навчального закладу.

Тут непогано було би дещо взяти із часів радянського минулого, коли в країні запускалися супутники, створювалася передова електроніка, вся побутова техніка та предмети споживання вироблялись у власній країні. Вже тоді 35–40 років тому відбувалася роботизація виробництва, про що є документальні фільми в Інтернеті у вільному доступі.

Стосовно освоєння нових технологій та нової техніки на першому плані стоїть знання фізики, тому що вся техніка побудована на фізичних процесах. В далекі часи студенти вивчали фізику три семестри і на цей курс відводилось 270 годин аудиторних занять. Такого часу вистачало лише на вивчення основного курсу фізики, без якихось додаткових розділів, чи спеціальних фізичних курсів. В міністерській програмі з фізики зверталась увага на те, що «в цілях забезпечення використання в курсі фізики апарату вищої математики доцільно починати вивчення курсу фізики не раніше другого семестру» [3, с. 2].

Зрозуміло, що при такому ґрунтовному підході після другого курсу студенти мали достатній рівень знань, щоб продовжувати вивчати техніку та відповідні технології на спеціальних кафедрах, чого

не можна сказати про сьогоденню ситуацію, коли на провідних технічних спеціальностях у ХНУБА для вивчення фізики відводиться лише 152 аудиторних години. Доцільно подивитись, в якому обсязі вивчають фізику у технічних закладах найбільш розвиненої в технологічному аспекті країни в світі — США.

**В**ізьмемо для прикладу лише один підручник з фізики для коледжів [4]. Це ґрунтовне видання, що налічує 1568 сторінок і має 1406 малюнків, графіків та фотографій. Очевидно, що для засвоєння такої кількості фізичного матеріалу необхідно аудиторних занять значно більше ніж наші 152 години. Обмеження кількості годин на викладання фізики у наших навчальних закладах привело до того, що викладачі змушені кардинально скорочувати або взагалі залишати поза увагою цілі розділи фізичної науки. Це стосується гідравліки, фізики твердого тіла, теорії відносності, атомної фізики та інших розділів.

У сучасних курсах фізики наочним прикладам відводиться другорядне значення, а викладання матеріалу більшою мірою відбувається шляхом теоретичних викладів. Якщо казати про самостійну роботу студентів, то тут достатньо якісного підручника з відповідними ілюстраціями, що наочно показують усі особливості протікання фізичних процесів. Для роботи у аудиторіях вже потрібна проекційна техніка, або (при невеликій групі) можливе використання електронного пристрою з екраном.

Ціллю вивчення фізики у вишах треба вважати вміння застосовувати знання, вміння бачити технічні зразки у світі дії у них фізичних форм руху. Та й не тільки бачення технічних зразків. Адже всілякі біологічні тіла, живі організми багато в чому діють також за фізичними законами з використанням фізичних процесів. Тут і механічний рух суглобів, і гідравлічна передача рідини по судинах, електричні сигнали у нервових волокнах та забезпечення зору оптичними та фотохімічними процесами в очах.

Напрямок наближення освіти до практики у курсі фізики можна реалізувати шляхом розширення кількості прикладів застосування фізичних законів і процесів у діючих технічних пристроях. Для цього можна підібрати певну сукупність таких технічних приладів, які ілюстрували би процеси із різних розділів фізики, тобто процеси механічні, теплові, електричні, оптичні і т.п. Але окремі ілюстрації у пізнавальному плані є мало дієвими, оскільки мають поодинокий характер і пов'язані з розрізненими прикладами. Більш дієвим, з точки зору засвоєння знань, на наш погляд, є висвітлення взаємопов'язаних явищ, що відображають принцип дії якогось технічного пристрою.

Ідея проблемного навчання сама по собі не дає конкретної методики або сукупності проблемних ситуацій, на яких слід вивчати навчальний матеріал якогось розділу. Тобто ці навчальні проблемні ситуації викладач якось повинен винайти і сформулювати. Потім вже під час занять він фактично має показати студентам спосіб вирішення обраних навчальних проблем. Співучасті студентів тут марно очікувати, тому що дійсні наукові проблеми не вирішуються мимохідь. Це відомо будь-якому науковому робітнику, що вирішував наукові проблеми. Їх осмислення, визрівання, правильне формулювання може займати тижні, місяці, а іноді й багато років.

**Е**тосовно проблемного навчання існує ще одне застереження. Чи не зарано за цією методикою викладачі намагаються залучати студентів до творчої співучасті у вирішенні наукових проблем? Адже за будь-яких умов повідомлення наукової інформації повинне передувати її творчому застосуванню, а не навпаки. Нам вже доводилось писати, що інформаційне навчання має бути первісним по відношенню до творчого застосування набутих знань [5, с.102]. У традиційному проблемному навчанні, здається, намагаються залучати студентів до рішення таких проблем, до яких вони ще є інформаційно невідготовленими.

То як же треба діяти в такому випадку, і як все ж таки використовувати проблемний підхід у навчанні? Сформулювати маленькі наукові проблемки, що були би доступні для вирішення під час занять у достатній кількості навряд чи вдасться. Та й будуть вони розрізнені між собою і тому навряд чи дадуть цілісну картину фізичного знання.

У навчанні головним фактором є спонукання у студентів зацікавленості до розуміння певних питань, створення для цього ситуацій, в яких відчувається потреба і виникає інтерес саме до цих знань. Зацікавлення принципом дії якогось конкретного технічного пристрою, що виконує корисну функцію, здається більш сильним стимулюючим фактором, ніж вирішення певної локальної проблеми.

Проблемне навчання за загальноприйнятою методикою здійснюється наступним чином. Лектор бере, наприклад, певну проблему із історії фізики. Хоча б, корпускулярну теорію світла. Він звертає увагу на відсутність у той час теорії, на проведені експерименти з визначення швидкості світла, невдалі досліди Майкельсона з виявлення світового ефіру, теоретичні та практичні складнощі, неможливість пояснення відхилення світла від прямолінійного розповсюдження. Всі ці відомості актуалізують матеріал та показують проблеми, з якими стикалися вчені на тому етапі розвитку науки.

В якості недоліків подібного підходу до актуалізації матеріалу слід відмітити необхідність висвітлення хибних теорій, що виникали у дослідників у минулі часи. Тобто, така практика актуалізації вимагає викладання непотрібного матеріалу та витрачання зайвого часу.

Сучасна методологія проблемного навчання орієнтується на стратегію «від проблеми до знань» [6, с.82]. Тут треба звернути увагу, а що ж стає суттю навчання при такій стратегії. А суттю стає сукупність розрізнених проблем, які потім студенту ще необхідно якось об'єднати у єдину цілісну картину фізичних знань.

Вважаємо, що тут краще змінити стратегію навчання. Та в якості такої взяти сукупну проблему розуміння принципів дії техніки. В якості навчальної методики беремо рух «від уявлення про принцип дії технічного пристрою» до «усвідомлення в ньому функцій фізичних процесів» і до «засвоєння знань про фізичні процеси».

Ми пропонуємо використовувати інший проблемний підхід до подання навчального матеріалу з іншим предметом проблематики. В якості навчальної проблеми можна висувати осмислення принципу дії конкретного технічного пристрою з розкладанням його функціонування на окремі фізичні процеси, з описом їх закономірностей протікання та поданням законів, яким вони підпорядковуються.

**П**еревагою пропонованого нами підходу можна вважати висування на передній план навчання суто практичної проблеми — розуміння принципів дії конкретних зразків техніки. Для всього курсу фізики необхідно підібрати достатню кількість зразків техніки із суттєво різними принципами дії, тоді стає можливим проблемне охоплення матеріалу знань усього курсу фізики. Якщо в результаті такого навчання студент зможе пояснити принципи дії суттєво різних зразків техніки із кваліфікованим тлумаченням цих принципів мовою фізичної науки, то в такому разі можна вважати, що ціль вивчення курсу фізики є досягнутою.

Словосполучення або поняття «полімувні» вводиться автором. Воно походить від «poly» — багато, та «movement» — рухатись і означає такі зразки техніки або технології, в яких діють декілька підсистем, що використовують одночасно різні форми руху. Наприклад — механічний, тепловий, акустичний, електричний, магнітний і т.п.

Звернемо особливу увагу на те, що наочних прикладів для ілюстрації фізичних явищ і процесів існує досить багато, але вони розрізнені, і тому сприймаються дещо ізольовано від іншого фізичного матеріалу. Більша користь від ілюстрацій була б у тому випадку, якщо б на одному прикладі можна було б ілюструвати велику кількість фізичних процесів та і дію такого приладу в цілому з розглядом його окремих підсистем, що використовують різні фізичні форми руху. Тут треба підходити зважено до підбору складності подібного пристрою. В тому плані, що він повинен мати середній рівень складності: не повинен бути занадто складним і також не надто простим. Подібну вимогу задовольняють такі пристрої, як повітряна куля, сонячна батарея. Із побутових приладів можна взяти вентиляторний електронагрівач або надвисокочастотну піч. Усі ці прилади є полімувними і підходять для ілюстрації процесів декількох фізичних форм руху. Приклади полімувних зразків техніки, що можуть використовуватись у проблемному навчанні, наведені у таблиці.

Сенс використання полімувних зразків техніки полягає в тому, щоб показати студенту дію реального технічного пристрою із внутрішньою взаємодією декількох форм руху. Полімувне тлумачення актуалізує проблему розуміння принципу дії технічного зразка, а разом з тим і розуміння відповідних фізичних процесів, їх описання, закономірностей протікання. Тут в якості кінцевої задачі ставиться розуміння студентом принципу дії об'єкту зразка техніки та вміння ним описати цей принцип дії мовою фізичних процесів та законів. Такий підхід відразу орієнтує викладання фізичного матеріалу на його застосування для пояснення дії технічних пристроїв.

Поліумвні зразки техніки та фізичні процеси,  
до яких вони можуть бути ілюстрацією

Назва пристрою	Розділ фізики	Висвітлюванні фізичні явища, процеси та закони
Повітряна куля	Динаміка. Термодинаміка	Під'йомна сила. Гравітація. Розподіл Больцмана. Барометрична формула
Газонокосарка	Механіка. Термодинаміка	Кінематика обертального руху. Механіка внутрішнього згорання
Грамофонна платівка	Коливання. Акустика. Електрика	Електрострикція. П'єзо ефект. Звукові коливання
Електричний генератор	Механіка. Електрика. Магнетизм	Динаміка обертального руху. Робота в обертальному русі. Магнітне поле. Сила Ампера. Електрорушійна сила
Вентиляторний електро-нагрівач	Механіка. Термодинаміка. Електрика	Робота електричного струму. Теплопровідність. Дія електричних запобіжників. Термічні запобіжники
Сонячна батарея	Квантова оптика. Електрика	Квантова природа світла. Формула Планка. Фотовольтаїчний ефект. Електрорушійна сила
Фотоелектрон-ний помножувач	Оптика. Електрика	Електричне поле. Зовнішній фото ефект. Вторинна електронна емісія. Робота переміщення зарядів.
Циклотрон — прискорювач елементарних частинок	Електрика. Магнетизм. Елементарні частинки	Електричні заряди. Електричне поле. Магнітне поле. Сила Лоренца. Робота переміщення зарядів
Мікрохвильова піч	Електрика. Коливання. Термодинаміка	Тепловий рух молекул. Дипольний момент молекул. Електромагнітні коливання. Надвисокі частоти

Наведемо приклад проблемної лекції за темою «Електромагнетизм». В якості поліумвного пристрою візьмемо електрогенератор. В електричному генераторі відбувається перетворення енергії механічного руху в електричну енергію. Людина у своїй діяльності більшою частиною використовує природні сили. Для електричного генератора первинним рушійним початком, тобто джерелом сили, може бути рух якої-небудь природної речовини — води або повітря. Відповідно такі електрогенератори працюють від енергії падаючої води у річках (водяні електрогенератори) або від енергії вітру (вітряні електрогенератори).

З точки зору взаємодії в електричному генераторі різних форм руху для студентів корисно висвітлити ланцюжок їх перетворень. У вигляді загальної схеми можна подати наступну: механічний рух — електричний струм — магнітне поле — електрорушійна сила. На початку ланцюжка стоїть енергія механічного

руху. Тут можна вдатися у деталі кінетичної енергії руху повітря, або потенціальної енергії, яку має в річці вода і за рахунок якої здійснюється течія річок.

Далі настає черга пояснення природи носіїв заряду у провідниках та особливостей виникнення електричного струму. Після чого потрібно описувати дію магнітного поля на заряди, що переміщуються, та виникнення сили Лоренца. Саме сила Лоренца лежить у основі появи електрорушійної сили на кінцях провідника при його русі у магнітному полі. Якщо всі ці особливості протікання поліумвних перетворень у електричному генераторі проілюструвати ще й наочно на спрощеній схемі його влаштування, то це досить яскраво актуалізує усю проблематику фізичних процесів у цьому пристрої.

Тож, вивчення яких саме розділів фізики актуалізується в першу чергу для роботи з сучасною технікою та технологіями? Перед усім це розділ напівпровідників, що є актуальним для обчислювальної

техніки, мікроелектроніки та роботизації. Для нанотехнологій актуальне вивчення фізики твердого тіла. Мікрохвильові та ультразвукові технології висвітлюються у розділах хвильових процесів, включаючи звукові та ультразвукові коливання. Вивчення оптичних та фотохімічних процесів актуальне для розуміння сонячної енергетики, 3-D друкування виробів у тривимірному просторі на спеціальних принтерах.

---

### Література

1. *Технологический* уклад. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [ru.m.wikipedia.org](http://ru.m.wikipedia.org).

2. *Погоржельська Н. В.* Технологічні уклади як фактор структурного розвитку соціально-економічних систем // Економіка будівництва і міського господарства. 2017. Т. 13, № 1. С. 93–100.

3. *Программа* курса физики для инженерно-технических специальностей вузов. Москва : Высш. шк., 1982. 23 с.

4. *Urone P., Hinrichs R.* College Physics : Rice University, Houston. 2020. 1568 p.

5. *Леонов В.П., Пуцик В.І.* Інформаційне та креативне навчання // Наукові записки кафедри педагогіки ХНУ. Вип. ХП. Харків : Основа, 2004. С. 177–181.

6. *Буланова-Топоркова М.В.* Педагогика и психология высшей школы : учеб. пособие. Ростов н/Д. Феникс, 2002. 343 с.

01.07.2021

*Відомості про автора:*

*Леонов Вячеслав Павлович* — кандидат фізико-математичних наук, доктор філософських наук, професор; Харківський національний університет будівництва та архітектури; Харків; Україна; email: [leonid5loginov@gmail.com](mailto:leonid5loginov@gmail.com); Google Scholar [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=list\\_](https://scholar.google.com/citations?view_op=list_)