

ФІЗИКА ЯК ФУНДАМЕНТ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН У ВИЩІЙ ШКОЛІ

Показано, що викладання фізики в технічних навчальних закладах має важливі особливості, обумовлені її фундаментальністю, яка має два конкуруючі аспекти – фундаментальність фізики як природничої світоглядної науки і фундаментальність як основа технічної спеціальності. Тому виникає потреба оптимального врахування цих особливостей при складанні тематичних планів дисципліни, а також при організації і проведенні конкретних лекційних, практичних та лабораторних занять. У фізиці як фундаментальній науці, що розвивається, існує ряд традиційних проблемних питань світоглядного характеру, які доцільно розглядати на лекційних, практичних, семінарських заняттях, обговорювати на студентських конференціях.

Ключові слова: фундаментальність, природнича наука, професійна орієнтованість, проблемність, технічна спеціальність, світоглядність.

Постановка проблеми. Фізика як наука про природу є найдавнішою наукою, яка стала основою багатьох інших наук, як світоглядних, так і технічних. Існує нерозривний зв'язок фізики з механікою, теплотехнікою, науками в області будівництва, авіації, електротехніки, радіотехніки, оптичного зв'язку, астрономією та багатьох інших. Такий перелік довгий і в усіх відповідних технічних дисциплінах є необхідність не просто в знаннях з фізики, які сприяють розвитку інтелекту, але **фізика становить базу** для формування компетентного фахівця. Причому, фізика є наукою фундаментальною у двох аспектах – вона є наукою світоглядною і вона також стала основою для багатьох технічних наук. Ідея фундаменталізації утвердилася в освіті та особливе її значення в технічних навчальних закладах. Вона є важливою передумовою становлення компетентності фахівця, розвитку його творчого мислення [1, 2]. Більше того, як ніяка інша наука фізика дає можливість навчати студентів не тільки "знати", але також "вміти", оскільки невід'ємною частиною фізики навчальному процесі є лабораторний практикум [3]. Виконуючи лабораторні роботи, студенти навчаються реально застосовувати теоретичні знання, співставляти їх із результатами вимірювань, давати оцінку і робити висновки. Зрозуміло, що програма і теми фізики повинні бути тісно пов'язані з дисциплінами професійного спрямування і орієнтованими на спеціальність майбутнього фахівця. Однак, фізика, при всьому цьому, повинна залишатись фундаментальною світоглядною дисципліною. Але проблема в тому, що фізика багато в чому позбавлена реальної можливості виконувати такі функції як з організаційних, так і з методичних причин.

Розгляд проблеми. Для прикладу проаналізуємо освітньо-кваліфікаційну характеристику бакалавра напрямку підготовки 6.050101 "Комп'ютерні науки" "Галузевого стандарту вищої освіти України" для кваліфікації 321 "Фахівців з інформаційних технологій", розроблений робочою групою МОН України і затвердженого наказом МОН України від 26 травня 2010 р. № 485. Звернемо увагу, що мова йде про застосування стандарту для навчання студентів інституту телекомунікацій і інформатизації як майбутніх фахівців в області електронних систем зв'язку. В таблиці 1 наведені назви блоків змістових модулів з дисципліни "Фізика".

Таблиця 1

Шифр навчальної дисципліни	Назва навчальної дисципліни	Назва блока змістового модуля	Шифр блока змістових модулів	Назва теми (змістового модуля)	Шифр теми (змістового модуля)
2.08	Фізика	Механіка	2.08.01	Кінематика	2.08.01.01
				Динаміка	2.08.01.02
				Зако́ни збереження	2.08.01.03
		Термодинаміка та молекулярна фізика	2.08.02	Термодинаміка	2.08.02.01
				Ідеальний газ. Статистичні розподіли	2.08.02.02
				Реальний газ. Фазові рівноваги	2.08.02.03
		Електрика і магнетизм	2.08.03	Статичне електричне поле	2.08.03.01
				Електричний струм	2.08.03.02
				Статичне магнітне поле	2.08.03.03
				Електромагнітні коливання	2.08.03.04
		Основи електродинаміки. Коливання і хвилі	2.08.04	Динамічне електромагнітне поле	2.08.04.01
				Рівняння Максвелла	2.08.04.02
				Механічні й електромагнітні коливання	2.08.04.03
		Оптика. Квантова й атомна фізика	2.08.05	Механічні й електромагнітні хвилі	2.08.04.04
				Оптика	2.08.05.01
Основні принципи квантової фізики	2.08.05.02				
		Квантова теорія атомів	2.08.05.03		

Ми не ставимо за мету піддавати критиці недосконалість змісту названих тем (наприклад, термодинаміка передусе молекулярній фізиці; передбачаються електромагнітні коливання за відсутності

механічних коливань, але є механічні і електромагнітні хвилі). Однак, аналізуючи теми змістових модулів, можна зробити висновок про наявність невідповідності вимог стандарту вищої освіти і компетентністю майбутнього фахівця. Адже коли йдеться про виховання спеціаліста в області комп'ютерних наук, який має працювати в системі електронних засобів зв'язку, неможливо уявити, щоб він не вивчав таких тем як тверде тіло, напівпровідники, квантова електроніка (лазери), тому, що навіть сам комп'ютер на 90% складається з твердотільних деталей і напівпровідників. Але таких тем як "Фізика твердого тіла" і "Фізика напівпровідників", "Квантова електроніка" у галузевому стандарті немає зовсім. А все це стосується **професійного спрямування** тем фізики. Якщо ж говорити про питання **фундаментальності фізики** як навчального предмета, то справи теж не кращі. Фундаментальність фізики як навчального предмета проявляється в двох аспектах – як **основа для формування майбутнього фахівця** і як **необхідна умова розвитку його світогляду**. Коли говоримо про професійне спрямування, то мова йде про те, що фізика є базою для формування професійної компетентності. У таблиці 2 галузевого стандарту зазначені теми дисциплін "Електротехніка" та "Електроніка", зокрема "Електронні напівпровідникові прилади" і "Електронні пристрої". Це такі теми як "Напівпровідникові переходи і контакти", "Транзистори", "Інтегральні мікросхеми", "Випрямлячі та перетворювачі".

Таблиця 2

3.18	Електротехніка та електроніка	Основи теорії кіл.	3.18.01	Основні поняття і закони з електричних і магнітних кіл	3.18.01.01
				Електричні кола постійного струму	3.18.01.02
				Електричні кола однофазного синусоїдного струму	3.18.01.03
		Перехідні процеси	3.18.02	Перехідні процеси в RLC-колах	3.18.02.01
				Операторний метод розрахунку перехідних процесів	3.18.02.02
		Електронні напівпровідникові прилади	3.18.03	Напівпровідникові переходи й контакти	3.18.03.01
				Транзистори. Інтегральні мікросхеми	3.18.03.02
		Електронні пристрої.	3.18.04	Випрямлячі та перетворювачі	3.18.04.01
				Підсилювачі та генератори	3.18.04.02
				Дискретні електронні пристрої	3.18.04.03

Виникає питання: невже хтось вважає, що можна вивчати "Напівпровідникові переходи і контакти" або "Інтегральні мікросхеми", як це передбачено у галузевому стандарті (табл. 2), без попереднього вивчення фізики твердого тіла і напівпровідників? Однак, розгляд цих питань у фізиці за галузевим стандартом (табл. 1) зовсім не передбачений!

У даному випадку ми говоримо про фізику як основу формування **професійності**. Але ж фізика ще й **фундаментальна** світоглядна наука і наука, яка має безпосереднє відношення до життєдіяльності людини. І в цьому напрямку теж справи не кращі. Наприклад, у "Галузевому стандарті..." з дисципліни "Екологія" названі теми "Закони екології", "Екологічні фактори і їх вплив на навколишнє середовище", "Напрями охорони навколишнього середовища та раціонального природокористування", "Методи зниження впливу факторів на навколишнє середовище". Як бачимо, тут ніде не йде мова про фактори, які стосуються ядерної енергетики, не кажучи вже про ядерну зброю. Невже, вивчаючи основні проблеми екології, можна оминати питання ядерної безпеки? Але ні в програмі з екології, ні в програмі з фізики теми ядерної фізики нема.

Ми не ставимо за мету аналізувати ту чи іншу навчальну програму або той чи інший навчальний посібник на предмет їх коректності. Розглянутий приклад лише показує, що, з одного боку, існує **методична проблема вивчення фізики як фундаментальної дисципліни**, і з іншої сторони – проблема **професійного спрямування** фізики при вивченні технічних дисциплін. Ці два аспекти фізики взаємно пов'язані і знаходяться значною мірою в конкуренції, бо якщо віддавати перевагу фізиці як фундаментальній дисципліні, то розмивається її роль при розгляді конкретних питань професійного спрямування, а якщо звужувати теми фізики до їх професійного застосування, то нівелюється значення фізики як фундаментальної дисципліни світоглядного характеру. Безумовно, що в таких випадках необхідне **вивчення** проблеми і її **оптимальне** розв'язання, коли враховується співвідношення змісту навчальних дисциплін і фундаментальності наукового знання. І очевидно, що до створення програм мають залучатися відповідні фахівці. У даному ж випадку розробниками галузевого стандарту є п'ять авторитетних фахівців в області інформатики, однак нема жодного фахівця в області фізики і нема навіть посилання на них. Безумовно, що в таких випадках необхідне серйозне коректування робочих навчальних програм і узгодження їх на місцях.

Розглядаючи питання фундаментальності фізики як навчальної дисципліни в технічних навчальних закладах, а також її професійного спрямування, не можна оминати проблему лабораторного практикуму. Адже мова йде про навчання **вміти застосовувати** на практиці набуті теоретичні знання і оцінювати одержані результати. Звичайно ж, що і в цьому випадку лабораторні роботи мають відповідати принципам як професійної спрямованості, так і фундаментальності дисципліни "Фізика". Однак, таке буває не завжди. Трапляються випадки, коли лабораторні роботи дуже далекі як від професійної орієнтованості, так і від фундаментальності фізики. Наприклад, є університети (не будемо їх називати), де студенти виконують лабораторну роботу з дослідження маятника Обербека, що не має відношення ні до професійної орієнтованості, ні до фундаментальності фізики. У той же час не є великою проблемою підібрати лабораторні роботи, які б відповідали специфіці того чи іншого

технічного навчального закладу, його інститутам чи факультетам. В одних випадках фундаментальність і професійна орієнтованість може стосуватися механіки, в інших – електромагнетизму, оптики чи квантової фізики. Тепер галузевим стандартом передбачається вивчення механіки, термодинаміки, молекулярної фізики при ігноруванні тем з фізики твердого тіла, напівпровідників, квантової електроніки, ядерної фізики. Звичайно, програма може передбачати представлення всіх розділів фізики, або більшості з них. Однак, очевидно, що при цьому необхідно враховувати конкуруючі особливості професійності і фундаменталізації і знаходити оптимальне розв'язання проблеми.

Існує також методичний аспект поєднання фундаментальності і професійної орієнтованості фізики при її викладанні в технічних навчальних закладах: маємо на увазі узгодженість лекційних, практичних і лабораторних занять. Теми фундаментальності і професійності повинні рефреном звучати на всіх заняттях. Наприклад, на лекціях розглядається явище поляризації світла, на практичному занятті розв'язується задача на знаходження показника заломлення за кутом Брюстера, а на лабораторному занятті досліджується поляризація світла при відбиванні від діелектрика і розраховується кут Брюстера. При вивченні явища фотоелектричного ефекту на практичних заняттях розв'язується задача на визначення ширини забороненої зони напівпровідника, а на лабораторному занятті знаходиться червона межа фотоелектричного ефекту і розраховується ширина забороненої зони напівпровідника. Або при вивченні теплового випромінювання на практичному занятті аналізується фізичний зміст закону Стефана-Больцмана і на лабораторному занятті проводиться експериментальне дослідження цього закону.

Слід зазначити ще один дуже важливий аспект фундаментальності фізики – це традиційні проблемні питання фізики світоглядного характеру, про які в навчальних посібниках говориться у вигляді констатації, що, мовляв, так є, таке спостерігається, але не звертається увага на те, що існує суперечність між різними фактами і висновками. У роботі [4] розглядають цілий ряд таких проблемних питань і звертають увагу не тільки на їх проблемність, але й на те, як цю проблемність зняти. Проаналізуємо коротко деякі проблемні питання:

1. В основі Всесвіту є матерія, яка знаходиться у двох видах – речовини і поля. І матерія перебуває в русі. Суть проблемності в тому, чи є фундаментальною формою руху взаємний перехід матерії з одного виду в інший?

2. До "поля" належать електромагнітні хвилі, зокрема світло. Але в шкільних підручниках і навчальних посібниках для вищої школи говориться про те, що світло має двоїсту природу – що це хвилі і частинки водночас. Однак хвилі – явище просторове, а частинка – локалізована. Тому виникає питання, як узгодити цю суперечність? Проте відповіді на таке проблемне питання нема.

3. Є ще важливе проблемне питання стосовно двоїстості природи світла: якщо світло хвилі – то що є середовищем для їх поширення? У навчальній літературі для вищої школи описується дослід Майкельсона, на основі якого робимо висновок про відсутність "ефіру" як середовища для поширення світлових хвиль. Відкинув поняття про "ефір" і Ейнштейн, створюючи теорію відносності. Але відповідь на питання, як же поширюються електромагнітні хвилі, в навчальних посібниках не дається.

4. Інше проблемне питання стосовно світла, яке, будучи хвилями, є ще й частинками: де в такому представленні світла коливний процес? Адже світло – це коливний процес.

5. З теорії Максвелла випливає, що електромагнітна хвиля – це коливання електричного і магнітного полів. Але електричне і магнітне поля мають енергію, тому виходить, що при поширенні електромагнітної хвилі коливається енергія. Резонно виникає питання: у що перетворюється енергія електромагнітної хвилі в процесі коливаний? Відповіді на це фундаментальне питання традиційна література не дає.

6. Існують також проблеми при поясненні такого добре відомого у фізиці явища як дифракція. Справа в тому, що традиційно дифракція розглядається лише як явище хвильове, а спроба пояснити дифракцію з точки зору корпускулярного підходу приводить до суперечності з хвильовим підходом. Цілоком природно виникає питання: чому хвильовий підхід суперечить корпускулярному, якщо світло є хвилями і частинками одночасно? Але відповіді в навчальних посібниках на це питання нема.

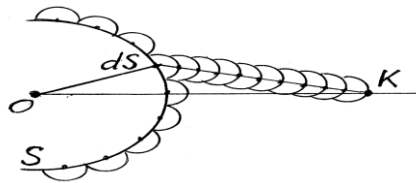
7. Не менш інтригованим є питання про хвилі де Бройля, які становлять основу квантової механіки. Хвилею де Бройля називається частинка, яка рухається **рівномірно**, тобто зі сталою швидкістю. І це дійсно хвильовий процес. Однак нема відповіді, що ж коливається, коли рух рівномірний?

8. І ще одне питання про гравітаційне притягування між тілами. Ми знаємо два види взаємодії між тілами – через середовище і через обмін частинками. Обидва види дають відштовхування. А який механізм гравітаційного притягування? Навіть гіпотетичної відповіді щодо такого механізму нема.

Наведені питання є фундаментальними і про їх проблемність фізики знають більше сотні років. Тобто, вони є традиційними. Проблема двоїстості електромагнітних хвиль, зокрема світла, хвилювала відомих вчених. Ейнштейн з цього приводу висловлювався: "Все життя буду думати про те, що таке світло". І він насправді думав про цю проблему все життя. За рік до смерті в своїй книзі "**The evolution of physics**" Ейнштейн писав: "*Що таке світло – хвиля чи ливень світлових корпускул? ... Схоже, що нема ніяких шансів послідовно описати світлові явища, вибравши тільки яку-небудь одну з двох можливих теорій. Стан такий, що ми повинні застосовувати іноді одну теорію, а іноді другу, а час від часу одну й другу. Ми зустрілися з трудністю нового типу. Маємо дві протилежні картини реальності, але ні одна з теорій окремо не пояснює всіх світлових явищ, тоді як сумісно вони їх пояснюють*" [5]. Як бачимо,

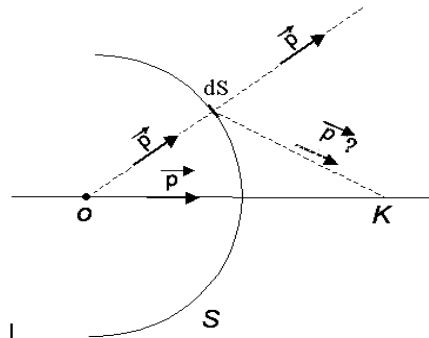
питання двоїстості природи світла дійсно суперечливе. Але наш інтерес до цього питання, а також інших питань в тому, що вони **фундаментальні**. І проблема в тому, чи треба на проблемні питання звертати увагу в навчальних посібниках, на лекціях, практичних заняттях, обговорювати їх на семінарах. У роботі [6] автор доводить, що проблемні питання мають стати засобом активізації навчального процесу, оскільки наявність проблеми і її відчуття завжди збуджує, викликає інтерес. Питання тільки в тому, щоб з точки зору методики такий інтерес підтримати і таким чином залучити студентів до процесу наукових досліджень. За таких умов проблемні питання можуть стати важливим засобом створення атмосфери творчості. Звичайно, що справа не стільки в тому, щоб звернути увагу на проблему, а в тому, щоб запропонувати варіант її розв'язання. Як приклад, розглянуто дещо детальніше пояснення проблеми двоїстості природи світла в роботі [4].

Світло має двоїсту природу – це хвилі і частинки водночас. І ніяких сумнівів у цьому нема. Проблема тільки в тому, що ці два факти **суперечать** один одному. Дійсно, якщо світло розглядати як хвильовий процес, що поширюється від джерела коливань O , то за принципом Гюйгенса кожна точка dS хвильової поверхні, куди дійшли коливання, стає джерелом нових хвиль (мал. 1). Це означає, що від точки dS коливання можуть дійти до точки спостереження K . Зовсім інше виходить, якщо розглядати світло з корпускулярної точки зору, тобто як потік фотонів, що поширюються від джерела світла O (мал. 2). Кожен фотон як частинка має "імпульс" \vec{p} .



Мал. 1.

Зовсім інше виходить, якщо розглядати світло з корпускулярної точки зору, тобто як потік фотонів, що поширюються від джерела світла O (мал. 2). Кожен фотон як частинка має "імпульс" \vec{p} .



Мал. 2

Оскільки існує закон збереження імпульсу, то це означає, що дійшовши до точки dS , фотон не може змінити свого напрямку руху і потрапити в точку спостереження K . Виходить, що з хвильової точки зору з однієї і тієї ж точки dS фотон може потрапити в точку спостереження K , а з корпускулярної точки зору – не може потрапити. Має місце очевидна суперечність хвильового і корпускулярного підходів. Якийсь із підходів є неправильним. Який? У навчальній літературі про це не говориться, про що зазначає в своїй книзі "Das Bild der modernen Physik" Лінднер [6, с. 30]: "Хвильовій теорії не вистачає вирішальної ланки: носія, чи середовища, в якому поширюються світлові хвилі – про нього теорія замовчує! Це головне питання в теорії світла старанно обминається, на нього накладене "табу".

Отже, незважаючи на те, що хвильова теорія незаперечно підтверджується явищем інтерференції, вона має явний принциповий недолік. Згідно з уявленнями Гюйгенса для поширення світлових хвиль потрібне середовище і таким середовищем він вважав гіпотетичний "ефір". Пізніше на основі дослідів Майкельсона було встановлено, що насправді "ефіру" немає. Але проблема середовища залишилась. Не менший недолік має і корпускулярний підхід, сформульований Ньютоном, який вважав, що світло – це потік частинок. Те, що світло – частинки, які пізніше одержали назву фотонів, також незаперечно підтверджено явищем фотоефекту, ефектом Комптона, дослідом Боте [7, с. 38]. Однак, в корпускулярній теорії незрозуміло, що ж коливається? Яка природа коливань, що формують хвильовий процес? **Із корпускулярної точки зору** ґрунтовно розглянуто природу світла у фундаментальній праці Л.Д. Ландау "Квантовая электродинамика": "...Ми можемо розглядати вільне електромагнітне поле як сукупність частинок, кожна з яких має енергію $W = h\nu$ та імпульс $k = nh\nu/c$ ". Усе правильно, але в підході Ландау не зрозуміло, з якими саме коливаннями пов'язана частота; як через фотони представляються електромагнітні хвилі; як ці хвилі реалізуються із сукупності фотонів? Не розкрито

природа і характер коливань фотонів. Як бачимо, обидва підходи – хвильовий і корпускулярний – мають недоліки. Отже, проблема існує, вона фундаментальна і залишити без уваги її не можна. Пояснення має бути. І коли його нема, то про це, про проблему, треба говорити, висувати гіпотези, досліджувати тощо.

У роботі [4] показано, що проблема двоїстості природи світла виникла і існує донині тому, що склались уявлення, що для поширення хвиль обов'язково необхідне середовище, яке збурюється і в ньому поширюються коливання, виникають хвилі. Насправді можлива інша природа коливань, які поширюються в просторі і утворюють просторові хвилі. Такі хвилі можуть створювати частинки, яким властивий внутрішній коливальний процес. Як модель такого коливального процесу в [4] автори наводять політ птахів, кожна з яких є частинкою, що коливається. Прикладом може бути також колона солдатів на марші, коли кожен солдат є "частинкою", але якщо на них дивитися здалеку, буде видно хвильовий процес. Навіть окрему частинку, яка рухається поступально і ще внутрішньо коливається, можна вважати хвилею. Аналогом такого процесу є відомі у фізиці хвилі де Бройля.

У методичній літературі висловлюють думки про те, що фундаментальні проблемні питання фізики мають стати темою для обговорення як для викладачів, так і для студентів, що є важливою умовою для активізації навчального процесу і створення творчої атмосфери [8].

Висновки. Викладання фізики в технічних навчальних закладах має важливі особливості, обумовлені її фундаментальністю, що має два конкуруючі аспекти – фундаментальність фізики як природничої світоглядної науки і фундаментальність як основа технічної спеціальності. Тому виникає потреба оптимального врахування цих особливостей як при складанні тематичних планів дисципліни, так і при організації і проведенні конкретних лекційних, практичних та лабораторних занять. Фундаментальні проблемні питання фізики мають стати темою для обговорення, що є важливою умовою для активізації навчального процесу і створення творчої атмосфери.

Використані джерела

1. Башарин В.Ф. Гуманізація освіти засобом фундаменталізації / В.Ф. Башарин // Гуманістическа парадигма професійного освіти: реалії і перспективи. – Казань: ІССО РАО, 198. – С. 132-135.
2. Гладун А.Д. Роль фундаментального естествознавчого освіти в становленні спеціаліста / А.Д. Гладун // Высшее образование в России. – 1994. – № 4. – С. 21-23.
3. Сусь Б.А. Проблеми дидактики фізики у вищій школі / Б.А. Сусь, М.І. Шут // – Київ: Просвіта. 2001. – 153 с.
4. Sus' V.A., Sus' V.B., Kravchenko O.B. Unusual interpretation of traditional physics problems. The third scientific-methodological edition. – Kyiv: PC "Prosvita", 2012. – 121 pages.
5. Эйнштейн А. Эволюция физики / А. Эйнштейн, Л. Инфельд. – М.: Наука. 1965. – С. 215.
6. Albert Einstein and Leopold Infeld. The evolution of physics. – New York: Simon and Schuster. 1954.
7. Лінднер Г. Картины современной физики / Г. Лінднер /. – М. Мир, 1977. – 270 с.
8. Helmut Lindner. Das Bild der modernen Physik. 2 Auflage. Urania-Verlag Leipzig-Jena-Berlin. 1975.
9. Савельев И.В. Курс общей физики, т. 3 / И.В. Савельев. – М.: Наука. 1979. – 304 с.
10. Сусь Б.А. Проблемные вопросы физики и их рассмотрение в высшей школе / Б.А. Сусь, Б. Б. Сусь, О.Б. Кравченко // Сборник Международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы естественных наук и их преподавания", посвященной 100-летию МГУ. – Могилев: МГУ. 2013. – С. 151-155.

Shatkovska G.

PHYSICS AS A FOUNDATION FOR TECHNICAL DISCIPLINES TEACHING IN HIGHER SCHOOL

The article shows that the teaching of physics in technical institutions has important features, due to its fundamentality, which has two competing aspects – fundamentality of physics as a natural science and fundamentality as a base of any technical specialty. Therefore there is a need for optimum accounting of these features in the development of thematic plans of discipline, as well as organizing and giving specific lectures, conducting practical classes and laboratory workshops. It is proved that considering the fundamentality of physics as a discipline in technical institutions, as well as its professional direction, you can not avoid the problem of laboratory workshops. After all, it is about learning to be able to practice the acquired theoretical knowledge and evaluate the results.

It is also analyzed methodical aspect of combination of fundamentality and professional orientation of teaching physics at the technical institutions. We mean coordination of lectures, practical classes and laboratory workshops. Issues of fundamentality and professionalism should be heard at the lessons. In physics as the fundamental science which is still being developed, there are a lot of traditional issues of ideological nature that should be considered at lectures, practical classes and seminars and discussed at students' conferences.

Key words: *Fundamentality, natural science, professional orientation, basic research, technical specialty, ideology.*

Стаття надійшла до редакції 29.05.2015