

ДИДАКТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ПРАКТИКУМІВ З ФІЗИКИ В ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ

У статті обговорюється одна з проблем теорії і практики педагогічної освіти – організація і проведення практикуму з шкільного фізичного експерименту для студентів – майбутніх учителів фізики. Пропонується розроблена авторами методика організації і проведення фізичних практикумів на основі поєднання традиційних та інноваційних підходів, що включають різномірне навчання, традиційний та віртуальний фізичний експеримент з використанням комп'ютерних технологій.

Ключові слова: фізичний практикум, шкільний фізичний експеримент, різномірний метод навчання.

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку освіти в Україні характеризується безповоротним відходом від авторитаризму в навчальному процесі і впровадженням особистісно орієнтованих, розвиваючих технологій, пошуками нових ефективних методів і засобів навчання. Сьогоднішній випускник вищого навчального закладу (ВНЗ) повинен мати не лише професійні компетентності в обраній ним сфері діяльності, а й належну фундаментальну освіту, бути здатним самостійно здобувати нові знання, керуватись потребами ринку праці. Сьогоднішня вимогає розвитку в студентів тих якостей, які необхідні їм для самовизначення, активності, мобільності. Формування таких рис майбутнього вчителя фізико-математичних дисциплін потребує, насамперед, підготовки його до творчої інноваційної діяльності. Однак, така підготовка зв'язана з низкою реально існуючих суперечностей як дидактичного, так і психологічного характеру, які гальмують подальший прогрес в освітній галузі:

- потребою у якісній фізико-математичній підготовці студентів і в той же час зниженням у них інтересу до точних наук;
- необхідністю підвищення якості й ефективності експериментальної підготовки студентів з методики навчання фізики і пошуком панацеї переважно в комп'ютерних технологіях;
- потребою впровадження в навчальний процес *активних* методів навчання і невідповідності педагогів до впровадження інновацій.

Зазначені суперечності визначають проблему, що потребує розв'язання. З цих позицій актуалізується, зокрема, задача пошуку інноваційних підходів проведення фізичних практикумів із забезпеченням якісної, дослідницької підготовки студентів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням підготовки студентів фізико-математичного напрямку підготовки з методики і техніки фізичного експерименту дослідниками приділяється належна увага. Зміни, що відбуваються в системі середньої та вищої освіти, вимагають відповідної методичної підготовки вчителів фізики стосовно нових умов навчання. Ці питання знайшли своє відображення в докторських дисертаціях та монографіях Г. Ф. Бушка, О. А. Коновала, В. В. Сагарди, Б. А. Суся та інших, кандидатських дисертаціях І. Т. Богданова, Л. В. Медведєвої, В. П. Сергієнка, наукових публікаціях П. С. Атаманчука, М. П. Бойка, С. У. Гончаренка, С. В. Коршака, О. Ляшенка, Ю. А. Пасічника, В. Ф. Савченка, М. І. Шута. Серед авторів, які займалися вивченням впровадження в навчальний процес практикуму з шкільного фізичного експерименту, можна виділити М. Ф. Вукса, А. М. Гурджія, А. М. Желюка, Ю. О. Фрідмана та ін. Варіанти застосування у фізичному експерименті комп'ютерів і комп'ютерних програм вчення фізики в середніх загальноосвітніх школах (СЗШ), є те, що до них часто включаються складніші лабораторні роботи, ніж фронтальні, ставляться ширші експериментальні завдання, які потребують складнішого обладнання і, відповідно, досконаліших методів вимірювань. З цього погляду актуальною задачею є вибір та використання таких методів та технологій проведення фізичного практикуму, які дали б можливість у повній мірі застосовувати свої знання та вміння, і що важливо, здійснювати самоконтроль підготовки до цих занять.

Потреба в реалізації зазначених методик і технологій навчання назріла внаслідок зміни в освітньому просторі парадигми із використання репродуктивних методів на творчі, що стало наслідком модернізації системи освіти і пошуку нових організаційних форм та індивідуального підходу до особистості. На нашу думку, на практикумах з шкільного фізичного експерименту (ПШФЕ) доцільним є впровадження рівневого лабораторних робіт у поєднанні з комп'ютерною підтримкою, на яких майбутні вчителі фізики зможуть набути досвіду практичного застосування різномірне навчання. Відомо, що використання принципово різних інноваційних методів та підходів активізує навчально-пізнавальну діяльність студентів та сприяє формуванню мотивованого ставлення до навчальних занять [1]. Отже,

ставлячи за мету: забезпечити якісну фізико-математичну підготовку майбутнього вчителя, слід зняти суперечності, що існують у традиційному навчанні.

Аналіз діяльності творчо працюючих учителів фізики показує, що там, де увага учителя звернена на особистості учнів, завдяки створенню ситуації успіху і їх самовираження, вони повніше розкривають свої творчі можливості, вмотивовано ставляться до навчання, мають вищі досягнення.

Нинішній етап реформування освіти засвідчує, що школа не завжди справляється з задачами розвитку в учнів природних потягів до самовираження, пізнавальної активності, самоствердження. Часто активізація пізнавальної діяльності зводиться лише до посилення контролю за діяльністю учня і застосуванням різноманітних технічних засобів навчання, зокрема комп'ютерних. Таким чином, не врахувавши мотиваційну складову активності, особистісні риси характеру учня, учитель ризикує отримати замість інтересу до предмета пасивність та збайдужіння [2].

Спираючись на багатий аналітичний матеріал з проблеми вибору та застосування традиційних та інноваційних методів і прийомів, представлений в науково-методичній літературі, акцентуємо нашу увагу на окремих питаннях методики навчання фізики, які передбачають залучення студентів до таких видів діяльності, які дозволяють ширше застосовувати набуті теоретичні знання на практиці. Насамперед, це лабораторні роботи і, зокрема, лабораторні фізичні практикуми, дидактична роль яких надзвичайно велика. Відомо, що виконання лабораторних робіт практикуму сприяє поглибленню знань майбутніх учителів з певного розділу фізики, набуттю умінь та навичок, ознайомленню з сучасною експериментальною технікою, розвитку логічного мислення [2]. Часто студенти усвідомлюють у повній мірі суть фізичних понять лише після безпосереднього відтворення дослідів під час виконання дослідницьких лабораторних робіт, творчих робіт.

Нами розроблена низка робіт фізичного практикуму з комп'ютерною підтримкою до розділу "Оптика" (Хвильова оптика. Геометрична оптика. Квантова оптика) із використанням технологій різнорівневого навчання, яку майбутні учителі зможуть потім застосовувати в своїй професійній діяльності.

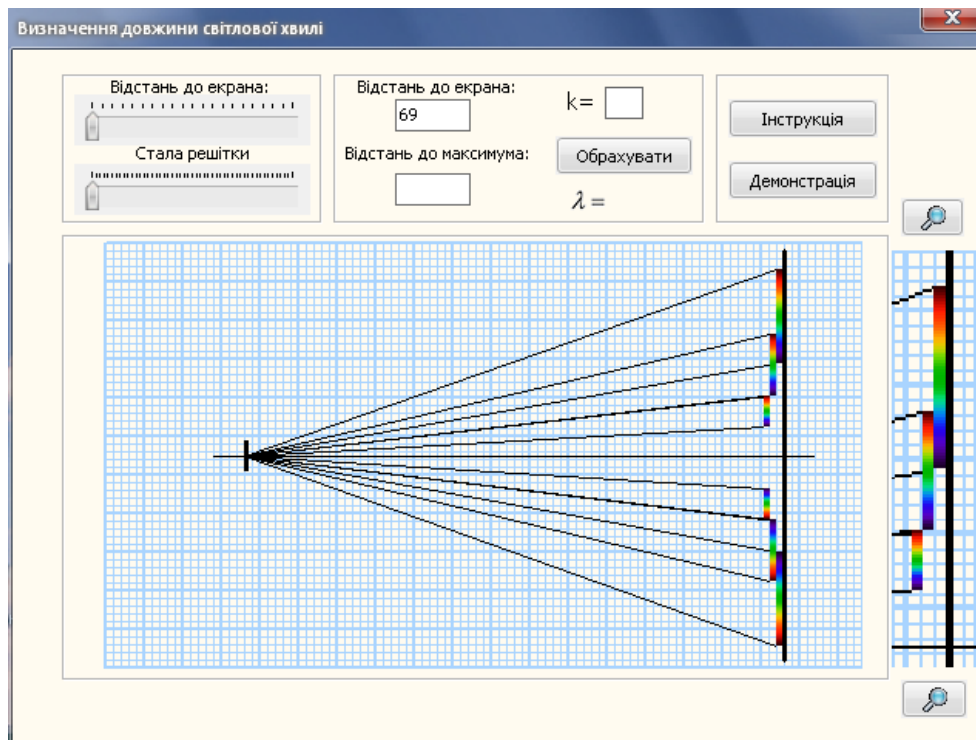
Технологія різнорівневого навчання має низку переваг порівняно з традиційною і сприяє ефективній реалізації вимог держстандарту та навчальних програм з фізики:

- сприяє формуванню навчальної мотивації;
- забезпечує досягнення вищої активності в засвоєнні знань;
- усуває нерівність між учнями стосовно різних інтересів, здібностей та дає можливість створення адаптивного середовища для кожного учня;
- дозволяє застосовувати індивідуальний і диференційований підхід, що має величезне значення стосовно учнів з різними схильностями, потребами, можливостями, інтересами, мотивами, особливостями темпераменту, мислення і пам'яті.

Упровадження різнорівневості та організація роботи студентів в парах дає можливість створити педагогічні умови включення кожного із них в діяльність, що спирається на рівень їх розвитку, відповідно до пізнавальних здібностей, але не нижче за мінімальний рівень. У сучасних умовах розвитку інформаційних комп'ютерних технологій вважаємо за доцільне поєднання різнорівневого навчання з комп'ютерним моделюванням [4]. Найчастіше такі віртуальні роботи використовують перед реальним експериментом у демонстраційному режимі для ознайомлення з роботою та відпрацюванням послідовності виконання лабораторної роботи. Існує певна тенденція повної заміни реального фізичного експерименту віртуальним, що часто пояснюють відсутністю потрібного сучасного обладнання та вимірювальних приладів. Студенти мають усвідомлено переконатися, що така заміна не є адекватною, оскільки не дозволяє формувати в учнів чи студентів практичні вміння і навички користування реальним обладнанням і приладами, що різко знижує рівень їх предметної компетентності.

Наразі в загальному доступі немає комп'ютерних робіт фізичного практикуму для учнів, які б не тільки готували їх до виконання лабораторної роботи з реальним обладнанням, а й перевіряли їхню теоретичну підготовку. Саме тому для проведення з студентами практикуму шкільного фізичного експерименту нами створений комплекс, до якого входять не лише теоретичні відомості до традиційних робіт та віртуальні комп'ютерні роботи, а й творчі завдання, питання для контролю, комп'ютерні тести для самоконтролю. Для кожної роботи фізичного практикуму визначена її мета, приведено перелік обладнання, надані короткі теоретичні відомості, необхідні для усвідомленого проведення досліджень, визначені завдання та порядок виконання роботи, контрольні запитання. У рівневих інструкціях (рівень II і III) додатково запропоновані експериментальні та творчі завдання.

Під час розробки робіт комп'ютерного фізичного практикуму особлива увага приділялась нами методичному аспекту робіт та враховувались психологічні взаємодії людини з віртуальним комп'ютерним середовищем. Важливо, що ключовим питанням стало створення зрозумілого інтерфейсу віртуального практикуму, щоб всі елементи були зручно розташовані і супроводжувались пояснювальним текстом. Програма має якісну динамічну графіку. Наприклад, в роботі з дифракційною ґраткою утворення спектрів різних порядків представлено так, що дифракційні спектри, зі зміною порядку ґратки, можуть переміщатися, імітуючи їх перекривання, що є складною задачею в реальних демонстраційних дослідах або й неможливою (мал. 1).



Мал. 1. Перекривання сусідніх спектрів

Розроблений комплекс вирізняється наявністю комп'ютерних тестових завдань, різномірних інструкцій до натурних лабораторних робіт. Проведення робіт фізичного практикуму з реальним обладнанням та віртуальних робіт на комп'ютері складається з таких етапів: виконання тесту; робота з віртуальним експериментом на комп'ютері; виконання реального експерименту; підведення підсумків, загальне оцінювання. Для прикладу нами поданий зразок інструкції до однієї з рівнорівневих лабораторних робіт. За основу взята типова інструкція з чинних підручників, яка не є диференційована. Рівнорівневі інструкції рівнів II і III приведені лише у варіативній частині: завдання та творчі завдання.

Лабораторна робота №1

Тема: ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ СВІТЛОВОЇ ХВИЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ ДИФРАКЦІЙНОЇ ГРАТКИ

Рівень – I

Мета роботи: визначити довжину світлової хвилі, знаючи сталу дифракційної ґратки і вимірявши кут відхилення променя світла від прямолінійного напрямку.

Обладнання: оптична лава, дифракційна ґратка на підставці, електрична лампочка на підставці, лінійка або вимірювальна стрічка з міліметровими поділками.

Теоретичні відомості

Користуючись явищем дифракції світла, можна виміряти довжину світлової хвилі. Для цього застосовують дифракційну ґратку, що являє собою сукупність великого числа періодично розташованих, дуже вузьких, близьких одна до одної паралельних щілин, розділених непрозорими проміжками, утворених тим чи іншим способом на поверхні скляної пластинки.

Позначаючи ширину кожної щілини через a , ширину непрозорого проміжку через b , загальну ширину щілини і непрозорого проміжку через d , матимемо $d = a + b$. Величину d називають періодом, або сталою дифракційної ґратки. Сталу d позначають зазвичай на тій самій скляній пластинці, на якій нанесено дифракційну ґратку.

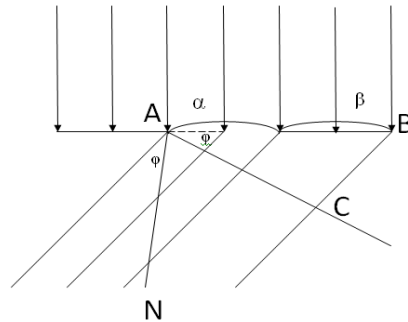
Якщо перпендикулярно до дифракційної ґратки паралельним пучком падають одноколірні (монохроматичні) промені світла, то в її площині вони матимуть однакові фази коливань.

У нашому випадку в площині рисунка (мал. 2) поверхня однакових фаз дає лінію АВ.

Як показують досліди, промені світла, що проходять крізь дифракційну ґратку внаслідок хвильових властивостей світла, будуть не тільки проходити в перпендикулярному до неї напрямі, а й в інших напрямках, що створюють певний кут з даним напрямом. Світлові хвилі, що проходять крізь дифракційну ґратку і йдуть у перпендикулярному до них напрямі AN , мають однакову фазу.

Світлові хвилі, що поширюються в будь-якому іншому напрямі, утворюють певний кут (наприклад, φ) з напрямом нормалі AN і йдуть у різних фазах, бо їх промені після щілин проходять різні віддалі. Так, наприклад, хвилі з точок A і B в напрямі AN і в напрямі, що утворює кут φ з напрямом AN , ідуть в різних фазах, тому і на екран вони приходять з певною різницею фаз.

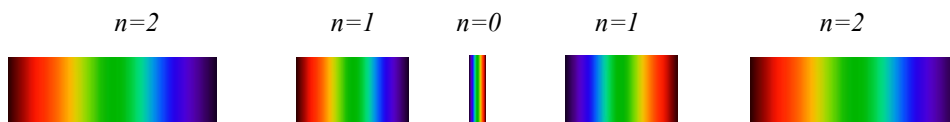
Якщо на відрізку BC укладається ціла довжина хвилі або будь-яке ціле число довжин хвиль (парне число півхвиль), то обидві зазначені хвилі прийдуть до екрана в одній фазі, посилять одна одну і дадуть на екрані одноколірну смугу.



Мал. 2. Дифракція світла на щілинах

З трикутника ABC маємо: $BC = AB \sin \varphi = d \sin \varphi$. Світло, згідно з зазначеним вище, підсилюватиметься у тих напрямках, в яких справджується рівність $BC = k\lambda$, або $k\lambda = d \sin \varphi$, де $k = 0, 1, 2, \dots$. Ця умова виконується для всіх відповідних променів зазначеної на рисунку пари щілин і називається формулою дифракційної ґратки. Це саме положення поширюється на будь-яку пару суміжних щілин дифракційної ґратки.

З формули $k\lambda = d \sin \varphi$ видно, що $\sin \varphi$, а при малих кутах і кут φ , пропорціональний довжині хвилі; через це білий промінь світла, що падає на дифракційну ґратку, розкладається на складові частини, утворюючи на екрані дифракційний спектр. У формулі $k\lambda = d \sin \varphi$ параметр k дає порядок спектра. При $k = 0$ дістанемо спектр нульового порядку, що відповідає напрямку $\varphi = 0$. У цьому напрямі всі промені приходять на екран в однаковій фазі, внаслідок чого утворюється біле зображення джерела (щілини). При $k = 1$ дістанемо спектр першого порядку, при $k = 2$ – спектр другого порядку і т. д. Спектри першого і вищих порядків парні і розміщуються симетрично по обидва боки від нульового спектра (мал. 3).



Мал. 3. Розміщення дифракційних спектрів

Виконання роботи

Поставте дифракційну ґратку на нульовій поділці оптичної лави так, щоб щілини ґратки були розміщені вертикально, а площина її лежала перпендикулярно до напрямку оптичної лави. На віддалі близько 50 см від ґратки встановіть паралельно площині ґратки горизонтальну міліметрову шкалу з вузькою вертикальною щілиною посередині. Позаду щілини на кінці лави встановіть електричну лампочку. Лампочка, щілина і ґратка мають бути на одному рівні. Засвітіть лампочку і розгляньте крізь дифракційну ґратку джерело світла (щілину) та дифракційні спектри, що з'явилися по обидва боки (вліво–вправо) від щілини. Невеликим поворотом навколо вертикальної осі добийтесь розміщення дифракційних спектрів справа і зліва від щілини приблизно на однакових віддальях. Якщо спектр нахилений до шкали, то це значить, що щілини дифракційної ґратки не вертикальні. Повернувши їх на деякий кут, усуньте перекіс. Пересуваючи світлофільтр із щілиною то далі, то ближче до лампи, добийтесь такого положення, коли одна з кольорових ліній опиниться на поділці шкали. У цьому випадку буде зручно встановити її місцеположення. Нехай середина спостережуваної кольорової лінії буде на поділці шкали h_1 . По другий бік щілини має бути на тій самій віддалі така сама кольорова лінія. Якщо при цьому справа і зліва від нуля ці віддалі будуть трохи відрізнятися (h_1 і h_2), то тоді знайдіть їх середнє значення. Виміряйте і запишіть віддаль від екрана до дифракційної ґратки. Нехай вона буде l ,

тоді тангенс кута φ , під яким розглядається кольорова лінія, визначається за формулою $\operatorname{tg} \varphi = \frac{h}{l}$.

Оскільки кут φ незначний, то $\operatorname{tg} \varphi \approx \sin \varphi$ і формула матиме вигляд $\lambda = \frac{dh}{kl}$.

Завдання

1. За формулою $\lambda = \frac{dh}{kl}$ визначить довжини хвиль світла, для кольору спектра вибраних вами, користуючись максимумами першого другого та третього порядку. Знайдіть середнє значення довжини хвилі.
2. Знаючи довжину шуканої хвилі, визначити частоту коливань для даної довжини хвилі.

Контрольні запитання

1. Яка будова дифракційної ґратки і що називається її періодом?
2. Як утворюється дифракційний спектр і чим він відрізняється від дисперсійного?
3. Які промені дифракційного спектра відхиляються від початкового напрямку на найбільший кут?
4. Як впливає зміна періоду дифракційної ґратки на кут відхилення променів?
5. Яке співвідношення між довжиною хвилі λ і кутом φ для місць між спектрами, де світло гаситься світлом?
6. Назвіть приклади дифракційних явищ, які спостерігаються в житті.

Рівень – II

Завдання

1. За формулою $\lambda = \frac{dh}{kl}$ визначити довжини хвиль світла, для кольорів спектру (вибраних вами), користуючись максимумами першого, другого та третього порядку. Знайдіть середнє значення довжини хвилі. Знайдіть абсолютну та відносну похибки вимірювань.

Творчі завдання

1. Якщо в кімнаті горить світло, а в коридорі темно (або навпаки), то, відчинивши трохи двері, дістанемо на стіні в коридорі (або в кімнаті) світлу смугу. Простежити за зміною цієї смуги, коли двері поступово прикриваються. Пояснити цю картину.

1. У шматку картону зробити отвір голкою і подивіться через нього на нитку лампочки розжарювання або полум'я свічки. Що Ви бачите? Подивіться на це світло через тонку капронову тканину. Чи однакові результати спостережень? Чому?

Рівень – III

Завдання

3. Порівняйте значення вимірної довжини хвилі з наближенням $\operatorname{tg} \varphi \approx \sin \varphi$ та без нього.

Творчі завдання

3. Подивитись через запітніле скло на віддалене джерело світла (наприклад, вуличну електричну лампочку). Описати і пояснити наслідки спостереження.

4. Чи зміниться вигляд спектрів дифракційної ґратки, якщо її занурити у воду?

5. Дослідіть теоретично, як впливає число штрихів дифракційної ґратки на відстань між смугами і на їх розміри в спектрах ґратки. Якщо є можливість, то перевірте свої висновки на дослідах.

Зауважимо, що проблема раціонального поєднання натурального (реального) і комп'ютерного експерименту може вирішуватися в кількох аспектах: модельний і реальний експеримент та реальний і обчислювальний експерименти.

У першому випадку реальний експеримент відділений від модельного. У реальному експерименті засоби дослідження безпосередньо взаємодіють з об'єктом дослідження, в модельному експерименті студент досліджує не сам об'єкт, а його віртуальну заміну за допомогою таких же віртуальних засобів. Отже, втрачається наочність, а відтак і набуття навичок користування реальними засобами та "відчуття" фізики процесів, що досліджуються. Тим не менше, студент має можливість спокійно відпрацювати послідовність дослідницьких дій на такому "тренажері", а вже потім приступити до роботи з реальною дослідницькою установкою.

У другому випадку поєднують реальний експеримент з обчислювальним за допомогою комплексу додаткового обладнання: набору датчиків переміщення, температури, освітленості, тиску, звуку, електричного і магнітного полів, напруги, сили струму, опору тощо і універсального інтерфейсу. Таке обладнання дозволяє проводити дослідження реальних об'єктів в реальному часі, збирати інформацію про об'єкт, проводити обчислення, виводити на монітор або/і принтер числову або/і графічну інформацію.

Така можливість проведення реального і обчислювального експериментів дозволяє дуже ефективно застосовувати комп'ютер у навчальному процесі на практикумах з шкільного фізичного експерименту (ПШФЕ).

На жаль, із-за складності і, наразі, немалої вартості такого обладнання, маємо змогу впроваджувати подібні системи поки що в лабораторіях кафедри фізики і методики навчання фізики педагогічного університету під час проведення ПШФЕ.

Застосування комп'ютерного модельного експерименту є дуже цінним у тих розділах фізики, де матеріал є абстрактним і вимагає від студентів хорошої просторової уяви. Завдяки застосуванню моделювання є можливість спостерігати прояв тих процесів, які неможливі в реальному експерименті. Однак, студентам при цьому обов'язково пояснюємо обмеженість комп'ютерного експерименту і його переваги та недопустимість відмови від реального фізичного експерименту на користь віртуального.

Висновки. Проведені нами дослідження переконують, що лише раціональне поєднання віртуального експерименту з реальним забезпечує максимальну ефективність фізичного практикуму.

Впровадження різнорівневого навчання в лабораторний практикум з фізики сприяє якісним змінам характеру взаємодії учителя та учня в СЗШ, активізації і, отже, ефективності навчання, дозволяє виявляти всі методичні аспекти під час ПШФЕ для студентів.

Використані джерела

1. Андреев В. И. Эвристическое программирование учебно-исследовательской деятельности: методическое пособие / В. И. Андреев. – М.: Высшая школа, 1981. – 240 с.
2. Описание лабораторных работ по физике. Измерительный практикум. Часть 2. – Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 1998.–53 с.
3. Освітні технології: навч.-метод. посібник / [О. М. Пехота, А. З. Кіктенко, О. М. Любарська та ін.]; за заг. ред. О. М. Пехоти. – К.: А. С. К., 2001. – 256 с.
4. Самсонов В.В. Методи та засоби Інтернет-технологій: навч. посібник / В.В. Самсонов, А.Л. Єрохін. – Х.: Компанія СМІТ, 2008. – 264 с.

Didovyk M., Shmorhun A.

DIDACTIC APPROACH TO LABORATORY WORK IN PHYSICS IN THE TRAINING OF FUTURE TEACHERS

This article concerns one of the problems of the theory and practice of teacher education – the organization and holding of the workshop on school physical experiment for students – future teachers of physics. The authors proposed organization and methodology of physical workshops based on a combination of traditional and innovative approaches, including multi-level training, traditional physical and virtual experiment using computer technology.

The need to find innovative methods and technologies due to changes in the educational paradigm of the use of reproductive techniques in creative approaches resulted from that intensify educational and cognitive activity, form the interests and motivation to learn, provide differentiation and individualization of pupils and students.

It is shown that the use of computer techniques in organizing and conducting laboratory physical workshop in conjunction with the differentiation of learning requires the creation of favorable conditions for teaching students or students use a scientific approach: methods of physical and mathematical modeling, analysis and synthesis, abstraction and more. In this case it is possible to transform the usual "laboratory work" to complete the process of academic research, adapted to the individual capabilities of each student or student. This technological system of laboratory workshop allows you to adjust the level of difficulty and problematic, and educational goals of research tasks.

The authors developed a series of laboratory work in computer support in "Optics". For each field of physical practical course goal is defined, a list of equipment, brief theoretical information regarding research, is added by order of tasks and performance, test questions. For talented students level descriptions offered in more experimental and creative tasks.

In the development of the physical computer workshop, special attention is paid to methodological aspects of work were taken into account the psychological characteristics of human interaction with virtual computer environment. Applications with high-quality dynamic graphics. For example, in the formation of the diffraction grating spectra presented so that the change of the lattice spectra can move, mimicking their overlap that is difficult (or impossible) task in real demonstration experiments. The paper brought an illustrative example of instructions to one of the labs of level of computer support.

Key words: *physical workshop, school physical experiment, multilevel teaching method.*

Стаття надійшла до редакції 29.05.2015