

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет
імені Івана Огієнка



ВІСНИК
КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
імені Івана Огієнка
Фізико-математичні науки

Випуск 10

Кам'янець-Подільський
2017

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації:
Серія КВ № 14707- 3678 ПР від 12.12.2008 р.

Друкується згідно з ухвалою вченої ради Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка (протокол № 12 від 28 грудня 2017 р.).

Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки. - Випуск 10. - Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2017. - 168 с.

Рецензенти:

Величко С.П. – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка;

Щирба В.С. - кандидат фізико-математичних наук, професор, декан фізико-математичного факультету.

Редакційна колегія:

Атаманчук П.С., академік АНВО України, доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри методики викладання фізики і дисциплін технологічної освітньої галузі;

Конет І.М., академік АНВШ України, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри алгебри і математичного аналізу, проректор з наукової роботи, відповідальний редактор;

Криськов Ц.А., кандидат фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри фізики, завідувач кафедри фізики;

Мендерецький В.В., доктор педагогічних наук, професор кафедри методики викладання фізики і дисциплін технологічної освітньої галузі;

Теплінський Ю.В., доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри диференціальних рівнянь;

Федорчук В.А., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформатики.

Відповідальний секретар – Оптасюк С.В. кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики, заступник декана фізико-математичного факультету з наукової роботи та інформатизації навчального процесу.

ЗМІСТ

Атаманчук П.С. Перспективи STEM-освіти в ракурсі професійної підготовки педагога-фізика	5
Білик Р.М. Формування професійно-компетентнісного світогляду фахівця професійної освіти з дисциплін безпекового циклу.....	8
Гнатюк В.О., Гудима У. В. Критерії колмогоровського типу екстремальної послідовності для задачі найкращої у розумінні сублінійної функції апроксимації фіксованого елемента опуклою множиною	12
Горох Б.К., Атаманчук П. С. Вибрані питання методики навчального фізичного експерименту в середній школі	17
Громик А.П., Конет І.М., Пилипюк Т.М. Гіперболічна крайова задача для неоднорідного напівобмеженого суцільного циліндра.....	22
Губанова А.О. Мотивація пізнавальної діяльності студентів ВНЗ спеціальності «електроніка» при вивченні фізики	27
Гудима У. В. Критерії екстремальної послідовності для задачі найкращої у розумінні сублінійної функції апроксимації фіксованого елемента опуклою множиною, основані на співвідношенні двоїстості	36
Думанська Т. В. Використання WOLFRAM ALPHA під час лабораторних занять з методів обчислень	41
Криськов Ц.А., Люба Т.С., Рачковський О.М. Узагальнюючі завдання з астрономії для теми «астрометрія»	45
Кріль С.О. Проекційно-ітеративний метод розв'язування деяких задач теорії	49
Кух А.М., Кух О.М., Дінділевич Є.М. Освітньо-інформаційне середовище та його структура.....	55
Кучер Д.Л., Кух А.М. Застосування методів змішаного навчання в практиці підготовки студентів з фізики в коледжах.....	66
Мендерецький В. В., Недільська У.І. Вимоги ергономіки до сучасних умов праці	71
Мястковська М.О. Завдання професійного спрямування як засіб підвищення якості знань з інформатики майбутніх учителів математики	77
Німчук Н.І. Сайт як інноваційний метод навчання фізики старшокласників	82
Оптасюк С.В., Криськов Ц.А. Дослідження електрофізичних параметрів тонких плівок PbTe:Sb	86
Панчук О.П. Перспективи викладання дисциплін безпекового циклу у світі загроз та викликів сучасності	92
Поведа Р.А. Моделювання неімперичними методами енергетичних спектрів поліпропілену	96

Поведа Т.П. Підготовка майбутнього вчителя до застосування технології проблемного навчання на уроках фізики.....	103
Пшембаєв І.М., Атаманчук П.С. Впровадження інформаційно-комунікаційних технологій як засобів проведення лабораторних робіт у базовій школі.....	109
Семерня О.М. Деякі аспекти концепції формування методичної компетентності вчителя фізики в процесі практичних занять з МНФ.....	113
Сморжевський Ю.Л. Про методику використання наочних посібників при вивченні многокутників та їх видів у курсі математики 5 класу	121
Сондак О.В. Методичні особливості вивчення хімічної та теплової дії світла на основі індивідуалізації навчання.....	127
Сорич В. А., Сорич Н. М. Наближення лінійних комбінацій C -передуючих пар функцій високої гладкості	134
Форкун Н.В. Методика навчання механіки в старшій школі на засадах компетентнісного підходу: результати педагогічного експерименту	146
Цехмістер В.А. Організація результативного навчання в фізиці під час формування предметних компетентностей	153
Чаадаєва О.О., Атаманчук П.С. Інтерактивні методи навчання, як основа формування предметної компетентності старшокласників на уроках фізики	156
Чорна О.Г. Актуальні аспекти методики вивчення інтегрованого курсу безпеки життєдіяльності та охорони праці.....	159
Щирба В.С., Фуртель О.В., Попонін М.Р. Дослідження задачі пошуку внутрішньої точки	164

УДК 373.5.16:53

Атаманчук П.С., доктор педагогічних наук, професор

ПЕРСПЕКТИВИ STEM-ОСВІТИ В РАКУРСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ПЕДАГОГА-ФІЗИКА

В ході міжнародного співробітництва з вищими навчальними закладами та науковими установами, участі в наукових конференціях, симпозиумах, виставках, ярмарках та Європейсько-Азіатських і національних першостях з наукової аналітики в галузях дидактик (<http://gisap.eu/ru/user/1943>) пропоновані дидактичні підходи пройшли серйозну апробацію. Вважаємо надто важливим, щоб освітні STEM-орієнтири знайшли своє визначальне впровадження в аспекті сучасних технологій управління процесом компетентнісного і світоглядного становлення майбутнього вчителя фізики.

Ключові слова: фізика, дидактика фізики, освітній прогноз, контроль, управління, навчально-пізнавальна діяльність, освітні STEM-технології, компетентність, світогляд, педагогічне кредо, наукова аналітика.

Якість фізичної освіти органічно пов'язана зі світоглядним і методологічним аспектами обізнаності, а отже, завжди набуває особистісно-орієнтованих властивостей. Утім, щоб підвищити результативність навчання взагалі й поліпшити якість фізичної освіти зокрема, необхідно перейти на пошуково-творчі особистісно-орієнтовані схеми навчання, що є запорукою прогнозованості освітньої діяльності. Процедура прогнозування в будь-якій царині людської діяльності завжди орієнтована на трискладову структуру: **глобальна мета діяльності, план (стандарт) діяльності й управління** (рис. 1).



Рис. 1. Структура освітнього прогнозу

Не може бути дієвим прогноз, побудований розпливчасто або за відсутності хоча б якогось елемента цієї структури. Разом із тим немислимо

що-небудь прогнозувати, якщо не визначено пріоритетів діяльності й відсутні умови для розгортання її важливіших видів. Щодо освітньої сфери виходимо з того, що ідейно-теоретичною передумовою прогнозування в освіті є **освітня доктрина** як теоретично обґрунтована система поглядів, задумів, ідей, настанов, цінностей і норм, що визначає освітні пріоритети й механізми їхнього впровадження на державному рівні [1-3]. На ціннісному рівні вирішальне значення має механізм, що зумовлюється зорієнтованістю освітньої доктрини на термінальні цінності, тобто такі, які визначають або формують мету життя індивіда чи є такою метою. Інші механізми сучасної освітньої доктрини забезпечують розвиток мислення і світосприймання як на раціональному, так і на почуттєвому рівні, сприяють формуванню поведінкових якостей, духовності й соціальної активності студента та педагога. Освітня доктрина, генеруючи значний спектр ідейно-теоретичних побудов освітньої моделі загалом, значно впливає і на побудову концептуальної моделі фізичної освіти (рис. 2). Створення концепції фізичної освіти стає можливим завдяки використанню основних механізмів освітньої доктрини.

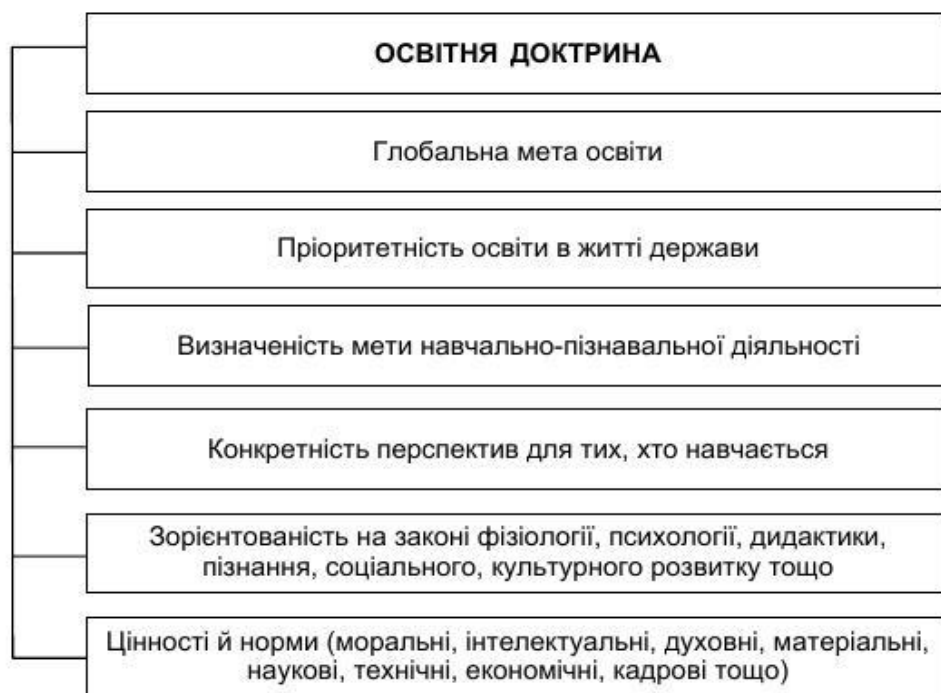


Рис. 2. Структура освітньої доктрини

У розробленні моделі освіти важливим є те, що **освітня доктрина**, як методологічний засіб соціально-культурного і державного препарування глобальної мети освіти на чинники морального, інтелектуального, духовно-культурного, науково-технічного, економічного й кадрового характеру, є надійною передумовою для розроблення стандартів національної освіти й наступного розв'язання проблеми управління навчанням. Глобальна мета

фізичної освіти – забезпечення засвоєння наукових і прикладних основ фізики та опанування методології здобування фізичних знань на рівні інтелектуального, світоглядного й соціально-культурного збагачення особистості. Мета завжди має конкретну очікувану цінність та мотиваційний сенс. Виходячи із цього, можна стверджувати, що стандарт фізичної освіти – це своєрідний план, який становить головну частину освітньої фізичної моделі як суспільного ідеалу в навчанні, як результату передбачення розвитку фізичної освіти в теперішньому часі та в найближчій перспективі. Змістова складова фізичного стандарту відображається в навчальному плані, підручниках, методиках та розроблених цільових навчальних програмах. Якщо пізнавальний акт розглядати як процес суб'єкт-об'єктної взаємодії, спрямованої на досягнення мети, то ці змістові елементи набувають якостей орієнтування, нормування, регулювання та управління в результативному навчанні фізики.

Сьогодні весь світ визнає престижність фізико-технологічної освіти. Звісно, що майбутній педагог-фізик, в нинішню епоху, стає, чи не єдиним, носієм навчально-наукових новацій, пов'язаних зі STEM-освітою та NBIC-технологіями (N – нано, B – біо, I – інфо, C – когно).

Помітною тенденцією багатьох дидактичних розвідок виступає їхня інноваційна зорієнтованість на ідеологію STEM-освіти, яка передбачає об'єднання природничих наук (Science), використання нових технологій (Technology), інженерії (Engineering) та математики (Mathematics). По іншому, – це низка чи послідовність курсів або програм навчання, яка готує учнів до успішного працевлаштування, до освіти після школи або для того й іншого, то легко спрогнозувати [2], що основний вектор таких процедур – це готовність суб'єкта до креативної творчої діяльності упродовж усього свого життя.

Той чи інший, життєво важливий, проект (скажімо, – створення екологічно чистого харчового продукту; автоматизований, швидкий і якісний збір урожаю (яблуко, слива, томат тощо); способи забезпечення надійного і довготривалого дорожнього покриття; технологічні особливості виготовлення високоточної зброї та ін.) безсумнівно та категорично впливатиме на характер і сценарії навчальних процедур. Тому й зрозуміло, що за таких умов, в основу дидактик (загальної чи певної галузевої) [1;3], побудованих на STEM-орієнтирах, ляжуть принципи обов'язкової реалізації в процедурах навчання логіки наступного дидактичного ланцюжка: *науковий задум → прогнозований проект реалізації задуму → моделі (математична, технічна, технологічна) розв'язання проблеми → експериментальний пошук і відбір (для прогнозованого варіанту) оптимального результату → віртуальний (а краще – реальний) варіант впровадження проекту*. Однозначно, що STEM-інтеграція – це «дидактичний прорив» у царині докорінно-якісної модернізації

освітньої галузі як такої. Сподіваємось, що поданий матеріал набуде особливого сенсу в ракурсі орієнтирів нового Закону України «Про освіту» (від 28 вересня 2017 р.) [4].

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики / П.С. Атаманчук. – Кам'янець-Подільський: К-ПДП, інформаційно-видавничий відділ, 1999. – 174 с.
2. Атаманчук П.С. Теоретические основы управления процессами становления будущего специалиста / В.П. Атаманчук, П.С. Атаманчук, Р.Н. Билык, В.В. Мендерецкий, У.И. Недельская, О.П. Панчук, М.С. Трипалюк. – Sciences of Europe. – Praha. – VOL 2, No 15 (15) (2017). – С. 55-69.
3. Закон України «Про вищу освіту»: чинне законодавство (ОФЦ. ТЕКСТ). – К.: Паливода А. В., 2014. – 100 с.
4. Закон України «Про освіту» (схвалений 28 вересня 2017 р.) // (Електронний ресурс: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T172145.html)

In the course of international cooperation with higher educational institutions and scientific institutions, participation in scientific conferences, symposiums, exhibitions, fairs and European-Asian and national championships in scientific analytics in the fields of didactics (<http://gisap.eu/en/user/1943>) the proposed didactic approaches have undergone a serious testing. We consider it too important that the educational STEM-guides have found their decisive implementation in the aspect of modern technologies for managing the process of competence and philosophical formation of the future teacher of physics.

Key words: *physics, didactics of physics, educational forecast, control, management, educational and cognitive activity, educational STEM-technologies, competence, outlook, pedagogical credo, scientific analytics.*

УДК 373.5.016:331

Білик Р.М., кандидат педагогічних наук

ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНО-КОМПЕТЕНТНІСНОГО СВИТОГЛЯДУ ФАХІВЦЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ З ДИСЦИПЛІН БЕЗПЕКОВОГО ЦИКЛУ

У статті розглядається шляхи формування професійних компетенцій майбутнього фахівця професійної освіти з безпеки життєдіяльності та охорони праці. Розкрито основні мотиви формування та розвитку компетентнісно-світоглядних професійних якостей.

Ключові слова: компетентність; вчителі професійної освіти; навчальна дисципліна; професійна підготовка.

В останні десятиліття небезпеки, що спричинені діяльністю людини набувають все більш глобального характеру. На початку XXI століття повною мірою виявилася фундаментальна залежність розвитку нашої цивілізації від тих особливостей і якостей особи, які закладаються освітою. В даний час вже не викликає сумніву необхідність розв'язання завдань стосовно забезпечення безпеки людей за допомогою системи освіти.

У процесі історичного розвитку виробництва завжди існувала необхідність в попередженні травматизму, в забезпеченні безпечних умов праці. Ця необхідність призводила до послідовного накопичення знань з охорони праці, що призвело з часом до зародження науки про безпеку праці. Впродовж тривалого часу в побуті існувала думка, що нещасні випадки і травматизм можуть бути непередбачуваними, однак наукою було зроблено протилежний висновок: нещасний випадок не випадковий **[Ошибка! Источник ссылки не найден.]**.

Існує два фактори, що визначають безпеку на робочому місці - це безпечна технологія та безпечна поведінка учасника навчального процесу. При цьому більше половини нещасних випадків відбувається через небезпечну поведінку, помилки самих постраждалих. Людина, що виконувала роботу, чогось не помітила, не врахувала, не передбачила, з чимось не впоралась, поквапилась. Цьому слугували необачність, неухажність, бажання до вільної поведінки, схильність до конфліктів, нестриманість, надмірна самовпевненість, схильність до ризику, неповага до норм і правил, слабкі професійні якості **[Ошибка! Источник ссылки не найден.]**.

Можна стверджувати, що поряд з організаційно-технічними причинами (застаріла технологія і організація виробництва, аварійний стан техніки та інше) об'єктивно проявляються психологічні причини. Психологія завжди взаємопов'язана з педагогікою. Область психології – закони розвитку психіки, а область педагогіки – управління цим розвитком. Якщо психологія безпеки вивчає психологічні причини нещасних випадків, то педагогіка, точніше професійна педагогіка, - безпосереднє навчання питань з охорони праці і отримання знань, які передаються із покоління в покоління.

Традиційне навчання, що проводиться на рівні інструктажу: ввідний, первинний, поточний, позаплановий, цільовий, які зіграли в свій час позитивну роль, на сьогодні потребує подальшого вдосконалення як по змісту, так і по організаційній формі навчання.

Проблема вдосконалення змісту навчальних програм та планів з професійної освіти стає актуальною особливо сьогодні, це пов'язане насамперед з постійним розвитком науково-технічного прогресу та інноваційних технологій сучасного виробництва, а розвиток останніх в свою чергу диктує нові небезпеки з якими людина не стикалася досі. Необхідність у проведенні таких досліджень очевидна [1]. Нині характерною особливістю діяльності фахівця професійної освіти є його професійна компетентність з охорони праці. А тому для підвищення якості їх підготовки у закладі вищої освіти велике значення мають методичне дослідження й обґрунтування тем навчальної програми з охорони праці пов'язаних безпосередньо з їх професійною діяльністю; використання ефективних новітніх технологій навчання (дистанційних, комп'ютерних, модульних, кредитно-модульних технологій, мультимедіатехнологій) як в автономній формі, так і в поєднанні з традиційною формою навчання; здійснення необхідного і якісного контролю досягнень студентами відповідного рівня знань, навичок та умінь; розробка та систематизація дидактичних засобів навчання, у тому числі електронних навчальних посібників, ілюстративних і методичних матеріалів; створення автоматизованих навчальних курсів, комп'ютерних програм, автоматизованої системи контролю засвоєних знань.

Щоб фахівець професійної освіти досяг рівня професійної компетентності, необхідна тривала і ґрунтовна робота з формування у нього установки на безперервну освіту і самоосвіту, розвитку досить високої і стійкої самооцінки, самоповаги до себе як особистості, підготовки до інноваційної діяльності, формування позитивного ставлення до творчості, відходу від стандартності і одноманітності. Найважче в майбутній діяльності - змінити напрямок мислення. Закріплені в свідомості майбутнього фахівця професійної освіти багатовікові норми і стереотипи (системна поведінка) передаються з одного покоління педагогів в інше, однак переломити негативні тенденції в змозі лише сама освіта і ключову роль в цьому процесі буде відігравати компетентність рядового вчителя [2]. Учитель не вільний від умов, в яких він живе і працює. Але він вільний зайняти ту чи іншу позицію по відношенню до них. Тому, зрештою, не вчитель повинен бути підвладний умовам, а швидше, умови підвладні йому. Свідомо чи несвідомо він вирішує, чи буде він протистояти несприятливим умовам, чи дозволить їм керувати собою.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Важный аспект формирования методической компетентности будущего учителя физики / П.С. Атаманчук, Р.Н. Билык, В.В. Мендерецкий, А.М. Николаев // "Issues of formation of proper assessment criteria in relation to knowledge and behaviour of individuals at various stages of their lives".

Peer-reviewed materials digest (collective monograph) published following the results of the CXLV International Research and Practice Conference and II stage of the Championship in Psychology and Educational sciences (London, June 23 – June 29, 2017). – London: IASHE, 2017. – P. 13-18.

2. Атаманчук П.С. Психолого-педагогічні основи управління процесом формування експериментаторської компетентності школярів / П.С. Атаманчук, Р.М. Білик, В.В. Мендерецький, У.І. Недільська, О.М. Ніколаєв, О.П. Панчук // The scientific method. – Вип. 7 (7) /2017. – С. 59-64. – Режим доступу: www.smt-journal.com.

3. Білик Р.М. Компетентністний підхід до технологічного навчання майбутніх учителів технологій / Атаманчук П.С., Білик Р.М., Дінділевич Є.М. // Науковий часопис національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки : реалії та перспективи. – К. : Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2011. – Випуск 30. – С. 19-28.

4. Білик Р.М. Формування професійних компетенцій майбутніх учителів технологій у процесі реалізації інтегрованого навчання безпеки життєдіяльності та охорони праці / Білик Р.М. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія педагогічна / [редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка, 2011. – Вип. 17 : Інноваційні технології управління компетентно-світоглядним становленням учителя: фізика, технологія, астрономія. – С. 136-138.

The article deals with ways of forming professional competences of the future specialist of vocational safety education and occupational safety. The main motives of formation and development of competence-ideological professional qualities are revealed.

Key words: *competence; teachers of vocational education; academic discipline; professional training.*

Гнатюк В.О., кандидат фізико-математичних наук,
Гудима У. В., кандидат фізико-математичних наук

КРИТЕРІЙ КОЛМОГОРОВСЬКОГО ТИПУ ЕКСТРЕМАЛЬНОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ ДЛЯ ЗАДАЧІ НАЙКРАЩОЇ У РОЗУМІННІ СУБЛІНІЙНОЇ ФУНКЦІЇ АПРОКСИМАЦІЇ ФІКСОВАНОГО ЕЛЕМЕНТА ОПУКЛОЮ МНОЖИНОЮ

У статті встановлено критерій колмогоровського типу екстремальної послідовності для задачі найкращої у розумінні сублінійної функції апроксимації фіксованого елемента віддільного локально опуклого лінійного топологічного простору опуклою множиною цього простору.

Ключові слова: сублінійна функція, опукла множина, задача найкращої апроксимації, екстремальна послідовність, критерій екстремальної послідовності.

1. Постановка задачі. Нехай X — віддільний локально опуклий лінійний топологічний простір, F — опукла множина простору X , p — сублінійна (неперервна додатно однорідна та напівадитивна) функція (див., наприклад, [1, с.13]), задана на X , x — елемент простору X .

Задачею найкращої у розумінні сублінійної функції p апроксимації елемента x множиною F будемо називати задачу відшукування величини

$$E(x) = \inf_{u \in F} p(x-u). \quad (1)$$

Послідовність $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$ елементів $u_k \in F$, $k = 1, 2, \dots$, для якої

$$\lim_{k \rightarrow \infty} p(x-u_k) = E(x),$$

будемо називати екстремальною послідовністю для величини (1).

Якщо існує елемент $u_0 \in F$ такий, що

$$E(x) = p(x-u_0),$$

то його будемо називати екстремальним елементом для величини (1).

2. Співвідношення двоїстості для величини (1). Нехай X^* — простір, спряжений з X . Позначимо через U_p — множину всіх опорних функціоналів для p , тобто таких функціоналів $f \in X^*$, що $f(z) \leq p(z)$, $z \in X$.

Множина U_p є непорожньою опуклою слабо* компактною множиною простору X^* , причому має місце співвідношення

$$p(z) = \max_{f \in U_p} f(z), \quad z \in X, \quad (2)$$

(див., наприклад, [1, с.17]).

З урахуванням співвідношення (2) та теореми про мінімакс (див., наприклад, [2, с.34]) робимо висновок про справедливість такого співвідношення двоїстості для величини (1)

$$\begin{aligned} E(x) &= \inf_{u \in F} p(x-u) = \inf_{u \in F} \max_{f \in U_p} f(x-u) = \\ &= \max_{f \in U_p} \inf_{u \in F} f(x-u) = \max_{f \in U_p} \left(f(x) - \sup_{u \in F} f(u) \right). \end{aligned} \quad (3)$$

Зрозуміло, що $E(x) > -\infty$ тоді і тільки тоді, коли $\left\{ f : f \in U_p : \sup_{u \in F} f(u) < +\infty \right\} \neq \emptyset$. Будемо припускати, що $E(x) > -\infty$.

3. Критерії колмогоровського типу екстремальності послідовності для величини (1).

Теорема 1. Нехай $u_k \in F$, $k = 1, 2, \dots$, існує $\lim_{k \rightarrow \infty} p(x-u_k)$.

Для того щоб послідовність $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$ була екстремальною послідовністю для величини (1), необхідно і достатньо існування функціонала $f_0 \in X^*$ такого, що:

- 1) $f_0 \in U_p$, $\sup_{u \in F} f_0(u) < +\infty$,
- 2) $\lim_{k \rightarrow \infty} f_0(x-u_k) = \lim_{k \rightarrow \infty} p(x-u_k)$,
- 3) $\lim_{k \rightarrow \infty} f_0(u-u_k) \leq 0$, $u \in F$.

Доведення. Необхідність. Нехай $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$ є екстремальною послідовністю для величини (1). Відповідно до співвідношення двоїстості (3) існує функціонал $f_0 \in U_p$, $\sup_{u \in F} f_0(u) < +\infty$, для якого

$$E(x) = \inf_{u \in F} p(x-u) = \max_{f \in U_p} \left(f(x) - \sup_{u \in F} f(u) \right) = f_0(x) - \sup_{u \in F} f_0(u). \quad (4)$$

Оскільки $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$ є екстремальною послідовністю для величини (1), то внаслідок (2), (4)

$$\begin{aligned} \lim_{k \rightarrow \infty} p(x-u_k) &= \inf_{u \in F} p(x-u) = f_0(x) - \sup_{u \in F} f_0(u) = \\ &= \inf_{u \in F} f_0(x-u) \leq f_0(x-u_k) \leq \max_{f \in U_p} f(x-u_k) = p(x-u_k), \quad k = 1, 2, \dots \end{aligned} \quad (5)$$

Внаслідок (5)

$$\lim_{k \rightarrow \infty} f_0(x-u_k) = \lim_{k \rightarrow \infty} p(x-u_k), \quad (6)$$

$$\lim_{k \rightarrow \infty} f_0(u_k) = \sup_{u \in F} f_0(u). \quad (7)$$

Співвідношення 2) впливає із рівності (6). З рівності (7) випливає, що для кожного $u \in F$

$$\lim_{k \rightarrow \infty} f_0(u_k) = \sup_{u \in F} f_0(u) \geq f_0(u).$$

Тому $\lim_{k \rightarrow \infty} f_0(u - u_k) \leq 0$. Отже, співвідношення 3) має місце.

Необхідність доведено.

Достатність. Нехай існує функціонал $f_0 \in X^*$, який задовольняє умови 1)-3) цієї теореми.

Внаслідок 3) для кожного $u \in F$

$$\lim_{k \rightarrow \infty} f_0(u - u_k) \leq 0. \quad (8)$$

Маємо, що для $u \in F$

$$\begin{aligned} f_0(u - u_k) &= f_0(x - u_k) - f_0(x - u) \geq \\ &\geq f_0(x - u_k) - \max_{f \in U_p} f(x - u) = f_0(x - u_k) - p(x - u). \end{aligned}$$

З урахуванням 2) та (8), що для $u \in F$

$$0 \geq \lim_{k \rightarrow \infty} f_0(u - u_k) \geq \lim_{k \rightarrow \infty} f_0(x - u_k) - p(x - u) = \lim_{k \rightarrow \infty} p(x - u_k) - p(x - u).$$

Тому

$$p(x - u) \geq \lim_{k \rightarrow \infty} p(x - u_k) \geq \inf_{u \in F} p(x - u), \quad u \in F.$$

Звідки

$$\lim_{k \rightarrow \infty} p(x - u_k) = \inf_{u \in F} p(x - u).$$

Це й означає, що $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$ є екстремальною послідовністю для величини (1).

Достатність доведено.

Теорему доведено.

Теорема 2. Нехай $u_k \in F$, $k = 1, 2, \dots$, існує $\lim_{k \rightarrow \infty} p(x - u_k)$.

Для того щоб послідовність $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$ була екстремальною послідовністю для величини (1), необхідно і достатньо, щоб для кожного елемента $u \in F$ існувала послідовність $\{f_k^u\}_{k=1}^{\infty}$, $f_k^u \in X^*$, $k = 1, 2, \dots$, така, що:

$$1) f_k^u \in U_p, \quad \sup_{z \in F} f_k^u(z) < +\infty, \quad k = 1, 2, \dots,$$

$$2) \overline{\lim}_{k \rightarrow \infty} f_k^u(x - u_k) = \lim_{k \rightarrow \infty} p(x - u_k),$$

$$3) \overline{\lim}_{k \rightarrow \infty} f_k^u(u - u_k) \leq 0.$$

Доведення. Необхідність. Нехай послідовність $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$ є екстремальною послідовністю для величини (1).

Згідно з теоремою 1 існує функціонал $f_0 \in X^*$, який задовольняє умови 1) – 3) цієї теореми.

Для $u \in F$ покладемо $f_k^u = f_0$, $k = 1, 2, \dots$. Тоді послідовність $\{f_k^u\}_{k=1}^\infty$ задовольняє умови 1) -3) теореми 2.

Необхідність доведено.

Достатність. Нехай для кожного $u \in F$ існує послідовність f_k^u , $k = 1, 2, \dots$, для якої виконуються умови 1) – 3) цієї теореми. Тоді існує підпослідовність $\{f_{k_l}^u\}_{l=1}^\infty$ послідовності $\{f_k^u\}_{k=1}^\infty$ така, що

$$\lim_{l \rightarrow \infty} f_{k_l}^u(x - u_{k_l}) = \lim_{k \rightarrow \infty} p(x - u_k). \quad (9)$$

Внаслідок 3)

$$\overline{\lim}_{l \rightarrow \infty} f_{k_l}^u(u - u_{k_l}) \leq 0. \quad (10)$$

Маємо, що для $u \in F$

$$\begin{aligned} f_{k_l}^u(u - u_{k_l}) &= f_{k_l}^u(x - u_{k_l}) - f_{k_l}^u(x - u) \geq \\ &\geq f_{k_l}^u(x - u_{k_l}) - \max_{f \in U_p} f(x - u) = f_{k_l}^u(x - u_{k_l}) - p(x - u). \end{aligned}$$

З урахуванням (9), (10) звідси одержимо, що

$$0 \geq \overline{\lim}_{l \rightarrow \infty} f_{k_l}^u(u - u_{k_l}) \geq \lim_{l \rightarrow \infty} f_{k_l}^u(x - u_{k_l}) - p(x - u).$$

Звідки

$$p(x - u) \geq \lim_{l \rightarrow \infty} f_{k_l}^u(x - u_{k_l}) = \lim_{k \rightarrow \infty} p(x - u_k) \geq \inf_{u \in F} p(x - u).$$

Тому

$$\inf_{u \in F} p(x - u) \geq \lim_{k \rightarrow \infty} p(x - u_k) \geq \inf_{u \in F} p(x - u).$$

Звідси випливає, що

$$\lim_{k \rightarrow \infty} p(x - u_k) = \inf_{u \in F} p(x - u).$$

Це й означає, що $\{u_k\}_{k=1}^\infty$ є екстремальною послідовністю для величини (1).

Достатність доведено.

Теорему доведено.

Наслідок 1. Нехай $u_k \in F$, $k = 1, 2, \dots$, існує $\lim_{k \rightarrow \infty} p(x - u_k)$.

Для того щоб послідовність $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$ була екстремальною послідовністю для величини (1), необхідно і достатньо, щоб для кожного елемента $u \in F$ існував функціонал $f^u \in X^*$ такий, що:

- 1) $f^u \in U_p$, $\sup_{z \in F} f^u(z) < +\infty$,
- 2) $\lim_{k \rightarrow \infty} f^u(x - u_k) = \lim_{k \rightarrow \infty} p(x - u_k)$,
- 3) $\lim_{k \rightarrow \infty} f^u(u - u_k) \leq 0$.

Доведення. Необхідність. Нехай $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$ є екстремальною послідовністю для величини (1). Згідно з теоремою 1 існує функціонал $f_0 \in X^*$, який задовольняє умови 1) - 3) цієї теореми 1.

Для $u \in F$ покладемо $f^u = f_0$. Тоді функціонал f^u задовольняє умови 1) - 3) цього наслідку 1.

Необхідність доведено.

Достатність. Нехай для кожного $u \in F$ існує функціонал $f^u \in X^*$ для якого виконуються умови 1)-3) цього наслідку 1. Покладемо для $u \in F$ $f_k^u = f^u$, $k = 1, 2, \dots$. Оскільки для функціонала f^u мають місце умови 1)-3) наслідку 1, то для послідовності $\{f_k^u\}_{k=1}^{\infty}$ виконуються умови 1)-3) теореми 2. Згідно з цією теоремою послідовність $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$ є екстремальною послідовністю для величини (1).

Достатність доведено.

Наслідок доведено.

Зрозуміло, що з розглянутих вище теорем та наслідку можна отримати критерії екстремальної послідовності для низки задач найкращої у розумінні сублінійної функції апроксимації, які включаються у схему постановки задачі (1).

Список використаних джерел:

1. Демьянов В.Ф. Приближенные методы решения экстремальных задач /В.Ф. Демьянов, А.М. Рубинов— Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1968. — 181 с.
2. Фань Цзи. Теоремы о минимаксе / Цзи Фань //Бесконечные антагонистические игры. Сборник статей. / Под ред. Н.Н. Воробьева. – М.: Физматиз, 1963. – С.31-39.

The criterias of Kolmogorov type of the extremal sequence for the problem of the best at sense of the sub linear function of the approximation of a fixed element of a topological space from a convex set of this space are proved in the article.

Key words: *the sub linear function, the convex set, the problem of the best approximation, the extremal sequence, the criteria of the extremal sequence .*

УДК 373.5.016:53

Горох Б.К.,
Атаманчук П. С., доктор педагогічних наук, професор

ВИБРАНІ ПИТАННЯ МЕТОДИКИ НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ В СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ

У статті розглянуто використання навчального фізичного експерименту як однієї із основних складових шкільного курсу фізики та можливості використання інтеграційних тенденцій STEM-освіти в освітньому процесі сучасної школи.

Ключові слова: *навчальний фізичний експеримент, навчально-пізнавальна діяльність, STEM-освіта, стратегія розвитку освіти в Україні.*

Постановка проблеми, її актуальність та зв'язок із науковими завданнями. Фізика є фундаментальною наукою, яка вивчає загальні закономірності перебігу природних явищ, закладає основи світорозуміння на різних рівнях пізнання природи і дає загальне обґрунтування природничо-наукової картини світу. Сучасна фізика, крім наукового, має важливе соціокультурне значення. Вона стала невід'ємною складовою культури високотехнологічного інформаційного суспільства. Фундаментальний характер фізичного знання як філософії науки і методології природознавства, теоретичної основи сучасної техніки і виробничих технологій визначає освітнє, світоглядне та виховне значення шкільного курсу фізики як навчального предмета. Завдяки цьому в структурі освітньої галузі він відіграє роль базового компонента природничо-наукової освіти і належить до інваріантної складової загальноосвітньої підготовки учнів як в основній так і старшій школах [1].

Стан сучасного фізичного експерименту, зростаюче значення експериментальних методів дослідження в науці, проникнення їх у більшість сфер людської діяльності зумовлюють об'єктивну необхідність посилення ролі фізичного експерименту в практиці шкільного навчання. Адже засвоєння учнями багатьох фізичних понять, особливо понять абстрактного характеру, у

відриві від чуттєвих образів, призводить до того, що мислення учнів зводиться до оперування поняттями, відірваними від предметів і об'єктів реального світу, призводить до нечіткого ходу міркувань, до поверхневого, формального заучування матеріалу без глибокого його осмислення [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблема активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів, успішне вирішення якої дає змогу досягти суттєвого підвищення ефективності та якості навчального процесу, постійно перебуває в центрі уваги як дослідників, так і вчителів-практиків. У працях з дидактики фізики П.С. Атаманчука, О.М. Ніколаєва, М.І. Шута, Д.Ш. Бердієва, М.В. Головка, В.І. Бурака, О.І. Гулай, А.М. Сільвейстра та ін. спостереження розглядаються як один із основних методів навчання фізики. У сучасній методиці навчання фізики на теоретико-методологічному рівні визнається необхідність і важливість формування у школярів умінь проводити спостереження, якому «...у процесі навчання фізики слід приділяти саму серйозну увагу» [3, с.201].

Метою нашої наукової статті є визначення ролі і місця методу навчальних експериментів з фізики та критичний аналіз можливостей застосування інновацій в сучасній школі.

Удосконалення змісту і методів вивчення фізики вимагає підвищення ролі шкільного фізичного експерименту. Система демонстраційних, фронтальних і домашніх дослідів, експериментальних задач, фронтальних лабораторних робіт і фізичного практикуму сприяє не тільки міцнішому та глибшому засвоєнню програмного матеріалу, а й формуванню в учнів експериментальних умінь і навичок (рис. 1.). Важливо показати учням роль експерименту в побудові і перевірці гіпотез і теоретичних висновків, а також у відкритті нових явищ і встановленні емпіричних закономірностей, у визначенні чисельних значень фізичних величин, констант і різних параметрів, які входять у формули фізичних закономірностей.



Рис. 1. Емпіричний вектор досягнення прогнозованих результатів

Але для того щоб дослідницькі лабораторні роботи впливали на учнів належним чином слід урахувати такі вимоги [4]:

1. Глибоке розуміння вчителем логіки наукового пізнання із застосуванням експериментального методу наукового дослідження і використання цієї логіки в навчальному процесі.

2. Глибоке вивчення вчителем можливостей, які надають певні види лабораторних робіт для проведення досліджень, якісного застосування учнями матеріалу, що вивчається.

3. Необхідність визначення таких методів та прийомів виконання роботи, які б на даному етапі вивчення фізики в конкретній навчальній ситуації суттєво вплинуть на формування дослідницьких умінь учнів.

4. Підбір обладнання, яке б у повному обсязі відповідало висунутим цілям і завданням.

5. Використання під час підготовки і проведення лабораторних робіт нових технологій (для цього вчитель, як мінімум, повинен розуміти сутність запропонованих розробок і мати чітке і ясне уявлення про їх використання), які в більшій мірі допоможуть використати дослідницькі методи.

6. Новизна та захоплення змістом роботи (перед учнями необхідно ставити зрозумілу, чітку і посильну мету спостереження і дослідження).

7. Наявність в учнів початкових навичок, які необхідні для конструювання і практичної роботи з різними інструментами, які необхідні для систематичного матеріального здійснення задуму роботи та його експериментальної перевірки (чим повніші знання, тим цінніші будуть дослідження і спостереження, тому кожен учень обов'язково повинен ретельно готуватися до занять).

8. Дослідження і спостереження повинні бути систематичними і планомірними (учень обов'язково повинен вести систематичні записи в зошит і з отриманих даних робити висновки).

9. Можливість створення всіх умов для швидкої перевірки шляхом експерименту правильності отриманого розв'язку пошуково-творчого завдання роботи.

10. Використання шкільного фізичного експерименту для розв'язання виховних задач.

Сучасна програма з фізики визначає досить солідний перелік демонстрацій, які обов'язково необхідно провести в кожному класі. В обладнаному за сучасними вимогами фізичному кабінеті це не створить особливих проблем для вчителя. Матеріально-технічна база ж більшості шкіл застаріла і не завжди відповідає цим вимогам. Особливо гостро це питання стоїть у сільських школах. Величезне бажання демонструвати виразно суть

фізичних явищ і хоч частково вирішити це питання спонукає вчителя виготовляти саморобні прилади. Якщо прилади виготовляти з учнями, то це додатково сприятиме розкриттю їхніх здібностей і талантів, технічної кмітливості та спостережливості.

Використання саморобних приладів в навчальному процесі дозволяє розв'язати ряд методичних питань [5]:

1. продемонструвати цілий ряд фізичних явищ, що вивчаються;
2. показати застосування фізичних явищ;
3. підвищити ефективність уроку;
4. активізувати пізнавальну діяльність;
5. формувати дослідно-експериментаторські навички;
6. підвищити наочність викладання.

На даному етапі розвитку системи освіти в Україні активно розвивається креативний напрямок STEM-освіта – це низка чи послідовність курсів або програм навчання, яка готує учнів до успішного працевлаштування, до освіти після школи або для того й іншого, вимагає різних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять. Аббревіатура STEM розшифровується як Science (Наука), Technology (Технології), Engineering (Інженерія) та Mathematics (Математика). Саме ці напрями лежать в основі даної методики освіти. При цьому дані дисципліни вивчаються не окремо, як ми звикли, а у комплексі. Велике значення грає практичне застосування отриманих знань. Дитина не просто знайомиться з новими напрямками розвитку точних наук та інженерії, а вчиться реалізовувати вивчене на практиці [7].

На відміну від класичної, в нашому розумінні, освіти, за STEM дитина отримує набагато більше автономності. На процес навчання набагато менше впливають стосунки, що склалися між учнем та вчителем, що дає можливість більш об'єктивно оцінювати прогрес. За рахунок такої автономності, дитина вчиться бути самостійною, приймати власні рішення та брати за них відповідальність. Навички критичного мислення та глибокі наукові знання отримані в результаті навчання за STEM, дозволяють дитині вирости новатором – двигуном розвитку людства.

Висновки. Система фізичного навчального експерименту досить різноманітна, що дає можливість вибирати найраціональніший вид для кожного із занять. Значна частина лабораторних робіт, що виконуються на заняттях, призначена для формування практичних вмінь і навичок. Але обов'язково треба виконувати й такі лабораторні роботи, які мають творчий характер або можуть бути джерелом нових творчих знань. Орієнтуючись на нову стратегію розвитку освіти в Україні необхідністю є не тільки удосконалення власних методик навчання в освітньому процесі, але і запозичення іноземних, які на теперішній

час активно впроваджуються в освітню систему таких країн як Австралія, Китай, Великобританія, Ізраїль, Корея, Сінгапур, США, та ін. [7].

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П. С. Теоретичні і практичні основи управління процесами становлення майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю / П. С. Атаманчук // Зб. наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка . Серія педагогічна / [редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2016. – Вип. 22: Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей – (Серія педагогічна). — 241 с. – С. 7–15.

2. Атаманчук П. С. Методичні основи організації і проведення навчального фізичного експерименту : навчальний посібник / П. С. Атаманчук, О. І. Ляшенко, В. В. Мендерецький, А. М. Кух. – Кам'янець-Подільський : ПП Буйницький О.А., 2006. – 216 с.

3. Атаманчук П. С. Методичні основи організації і проведення навчального фізичного експерименту : навчальний посібник / П. С. Атаманчук, О. І. Ляшенко, В. В. Мендерецький, А. М. Кух. – Кам'янець-Подільський : ПП Буйницький О.А., 2006. – 216 с.

4. Лазаревський С. В. Методика формування у школярів загально-навчальних умінь / С. В. Лазаревський // Педагогіка : респ. наук.-метод. зб. – К. : Рад. школа, 1987. – С. 12–21. – (вип. 26).

5. Методика і техніка навчального фізичного експерименту в основній школі : підручник для студентів вищих навчальних закладів / [П.С. Атаманчук, О.І. Ляшенко, В.В. Мендерецький, О.М. Ніколаєв]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010. – 292 с.

The article examines the use of educational physical experiment as one of the main components of the school's physics course and the possibilities of using the integration trends of STEM-education in the educational process of a modern school.

Key words: *educational physical experiment, educational-cognitive activity, STEM-education, strategy of education development in Ukraine.*

Громик А.П., кандидат технічних наук, доцент
Конет І.М., доктор фізико-математичних наук, професор
Пилипюк Т.М., кандидат фізико-математичних наук

ГІПЕРБОЛІЧНА КРАЙОВА ЗАДАЧА ДЛЯ НЕОДНОРІДНОГО НАПІВОБМЕЖЕНОГО СУЦІЛЬНОГО ЦИЛІНДРА

Методом інтегральних і гібридних інтегральних перетворень у поєднанні з методом головних розв'язків (матриць впливу та матриць Гріна) побудовано точний аналітичний розв'язок гіперболічної крайової задачі для неоднорідного напівобмеженого суцільного циліндра.

Ключові слова: гіперболічне рівняння, початкові та крайові умови, умови спряження, інтегральні перетворення, функції впливу, функції Гріна.

Вступ. Актуальні прикладні задачі теплофізики, термодинаміки, теорії пружності, теорії електричних кіл, теорії коливань приводять до крайових задач математичної фізики для диференціальних рівнянь з частинними похідними різних типів (еліптичних, параболічних, гіперболічних) не тільки в однорідних середовищах, коли коефіцієнти рівнянь є неперервними, але й в неоднорідних і кусково-однорідних середовищах, коли коефіцієнти рівняння є кусково-неперервними чи, зокрема, кусково-сталими [1-6].

Окрім методу відокремлення змінних та його узагальнень [7, 8], одним з важливих і ефективних методів дослідження лінійних крайових задач для диференціальних рівнянь з частинними похідними є метод інтегральних перетворень [9], який дає можливість будувати в аналітичному вигляді розв'язки тих чи інших крайових задач через їх інтегральне зображення у випадку однорідних середовищ.

У той же час для досить широкого класу крайових задач у кусково-однорідних середовищах ефективним методом їх дослідження виявився метод гібридних інтегральних перетворень, які породжені відповідними гібридними диференціальними операторами, коли на кожній компоненті зв'язності кусково-однорідного середовища розглядаються або різні диференціальні оператори, або диференціальні оператори того ж самого вигляду, але з різними наборами коефіцієнтів [10-12].

У цьому повідомленні, яке є логічним продовженням [13, 14], ми пропонуємо точний аналітичний розв'язок гіперболічної крайової задачі в кусково-однорідному напівобмеженому суцільному циліндрі.

Постановка задачі. Розглянемо задачу побудови обмеженого на множині

$$D = \{(t, r, \varphi, z): t > 0; r \in I_n^+ = \bigcup_{j=1}^{n+1} I_j \equiv \bigcup_{j=1}^{n+1} (R_{j-1}; R_j), R_0 = 0, R_{n+1} \equiv R < +\infty;$$

$\varphi \in [0; 2\pi); z \in (0; +\infty)\}$ 2π -періодичного щодо кутової змінної φ розв'язку диференціальних рівнянь з частинними похідними гіперболічного типу 2-го порядку [7]

$$\frac{\partial^2 u_j}{\partial t^2} - \Delta_j u_j + \chi_j^2 u_j = f_j(t, r, \varphi, z); \quad r \in I_j; \quad j = \overline{1, n+1} \quad (1)$$

з початковими умовами

$$u_j \Big|_{t=0} = g_j^1(r, \varphi, z); \quad \frac{\partial u_j}{\partial t} \Big|_{t=0} = g_j^2(r, \varphi, z); \quad r \in I_j; \quad j = \overline{1, n+1}; \quad (2)$$

крайовими умовами

$$\frac{\partial^s u_1}{\partial r^s} \Big|_{z=0} = 0; \quad \left(\alpha_{22}^{n+1} \frac{\partial}{\partial r} + \beta_{22}^{n+1} \right) u_{n+1} \Big|_{r=R} = g(t, \varphi, z); \quad s=0, 1; \quad (3)$$

$$\left(-\frac{\partial}{\partial z} + h \right) u_j \Big|_{z=0} = g_j(t, r, \varphi); \quad \frac{\partial^s u_j}{\partial z^s} \Big|_{z=+\infty} = 0; \quad s=0, 1 \quad (4)$$

та умовами спряження

$$\left[\left(\alpha_{j1}^k \frac{\partial}{\partial r} + \beta_{j1}^k \right) u_k - \left(\alpha_{j2}^k \frac{\partial}{\partial r} + \beta_{j2}^k \right) u_{k+1} \right] \Big|_{r=R_k} = 0; \quad (5)$$

$$j = 1, 2; \quad k = \overline{1, n},$$

де $\Delta_j = a_{rj}^2 \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \right) + a_{zj}^2 \frac{\partial^2}{\partial z^2}$ – оператор Лапласа для ортотропного середовища в циліндричній системі координат;

$a_{rj}, a_{zj}, \chi_j, \alpha_{js}^k, \beta_{js}^k$ – деякі невід'ємні сталі;

$$c_{jk} = \alpha_{2j}^k \beta_{1j}^k - \alpha_{1j}^k \beta_{2j}^k \neq 0; \quad c_{1k} \cdot c_{2k} > 0;$$

$$\alpha_{22}^{n+1} \geq 0; \quad \beta_{22}^{n+1} \geq 0; \quad \alpha_{22}^{n+1} + \beta_{22}^{n+1} \neq 0;$$

$$f(t, r, \varphi, z) = \{f_1(t, r, \varphi, z), f_2(t, r, \varphi, z), \dots, f_{n+1}(t, r, \varphi, z)\};$$

$$g^1(r, \varphi, z) = \{g_1^1(r, \varphi, z), g_2^1(r, \varphi, z), \dots, g_{n+1}^1(r, \varphi, z)\};$$

$$g^2(r, \varphi, z) = \{g_1^2(r, \varphi, z), g_2^2(r, \varphi, z), \dots, g_{n+1}^2(r, \varphi, z)\};$$

$g(t, r, \varphi) = \{g_1(t, r, \varphi), g_2(t, r, \varphi), \dots, g_{n+1}(t, r, \varphi)\};$ $g(t, \varphi, z)$ – задані обмежені неперервні функції;

$u(t, r, \varphi, z) = \{u_1(t, r, \varphi, z), u_2(t, r, \varphi, z), \dots, u_{n+1}(t, r, \varphi, z)\}$ – шукана функція.

Основна частина. Припустимо, що розв'язок задачі (1)-(5) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень [3, 15].

Побудований за відомою логічною схемою [3-6] методом інтегрального перетворення Фур'є на декартовій півосі $(0; +\infty)$ щодо змінної z [3], скінченного інтегрального перетворення Фур'є на проміжку $[0; 2\pi)$ щодо кутової змінної φ [3] та скінченного гібридного інтегрального перетворення типу Ганкеля 1-го роду на полярному сегменті I_n^+ з n точками спряження щодо радіальної змінної r [15], єдиний розв'язок гіперболічної початково-крайової задачі спряження (1)-(5) визначають функції

$$\begin{aligned}
 u_j(t, r, \varphi, z) = & \sum_{k=1}^{n+1} \int_0^{R_k} \int_0^{2\pi+\infty} E_{jk}(t-\tau, r, \rho, \varphi-\alpha, z, \xi) f_k(\tau, \rho, \alpha, \xi) \sigma_k \rho \times \\
 & \times d\xi d\alpha d\rho d\tau + \frac{\partial}{\partial t} \sum_{k=1}^{n+1} \int_0^{R_k} \int_0^{2\pi+\infty} E_{jk}(t, r, \rho, \varphi-\alpha, z, \xi) g_k^1(\rho, \alpha, \xi) \sigma_k \rho d\xi \times \\
 & \times d\alpha d\rho + \sum_{k=1}^{n+1} \int_0^{R_k} \int_0^{2\pi+\infty} E_{jk}(t, r, \rho, \varphi-\alpha, z, \xi) g_k^2(\rho, \alpha, \xi) \sigma_k \rho d\xi d\alpha d\rho + \\
 & + \sum_{k=1}^{n+1} a_{zk}^2 \int_0^t \int_0^{R_k} \int_0^{2\pi} W_{jk}(t-\tau, r, \rho, \varphi-\alpha, z) g_k(\tau, \rho, \alpha) \sigma_k \rho d\xi d\alpha d\rho + \\
 & + \int_0^t \int_0^{2\pi+\infty} \int_0^t W_{jr}(t-\tau, r, \varphi-\alpha, z, \xi) g(\tau, \alpha, \xi) d\xi d\alpha d\tau; \quad j = \overline{1, n+1}.
 \end{aligned} \tag{6}$$

У формулах (6) застосовано компоненти $E_{jk}(t, r, \rho, \varphi, z, \xi) =$

$$= \frac{1}{2\pi} \sum_{m=0}^{\infty} \varepsilon_m \sum_{s=1}^{\infty} \int_0^{+\infty} G(t, \lambda_s, \sigma) K(z, \sigma) K(\xi, \sigma) d\sigma \frac{V_j^m(r, \lambda_s) V_k^m(\rho, \lambda_s)}{\|V(r, \lambda_s)\|^2} \times$$

$\times \cos(m\varphi)$; $j, k = \overline{1, n+1}$ матриці впливу (функції впливу), компоненти

$W_{jk}(t, r, \rho, \varphi, z) = E_{jk}(t, r, \rho, \varphi, z, 0)$ тангенціальної матриці Гріна (тангенціальної функції Гріна) та компоненти

$W_{jr}(t, r, \varphi, z, \xi) = a_{n+1}^2 R \sigma_{n+1} (\alpha_{22}^{n+1})^{-1} E_{j, n+1}(t, r, R, \varphi, z, \xi)$ радіальної матриці Гріна (радіальні функції Гріна) розглянутої задачі, де функція Коші $G(t, \lambda_s, \sigma) = \frac{\sin(\Delta(\lambda_s, \sigma)t)}{\Delta(\lambda_s, \sigma)}$; $\Delta^2(\lambda_s, \sigma) = \lambda_s^2 + a_{z1}^2 \sigma^2 + \chi_1^2$.

З використанням властивостей функцій впливу $E_{jk}(t, r, \rho, \varphi, z, \xi)$ і функцій Гріна $W_{jk}(t, r, \rho, \varphi, z)$, $W_{jr}(t, r, \varphi, z, \xi)$ безпосередньо перевіряється, що функції

$u_j(t, r, \varphi, z)$, визначені формулами (6), задовольняють рівняння (1), початкові умови (2), крайові умови (3), (4) та умови спряження (5) в сенсі теорії узагальнених функцій [16].

Єдиність розв'язку (6) випливає із його структури (інтегрального зображення) та єдиності головних розв'язків (функцій впливу та функцій Гріна) задачі (1)-(5).

Методами з [17, 18] можна довести, що при відповідних умовах на вихідні дані, формули (6) визначають обмежений класичний розв'язок гіперболічної початково-крайової задачі спряження (1)-(5).

Зауваження 1. Параметри α_{22}^{n+1} , β_{22}^{n+1} дозволяють виділяти з формул (6) розв'язки початково-крайових задач спряження у випадках задання на радіальній поверхні $r=R$ крайової умови 1-го роду ($\alpha_{22}^{n+1}=0$, $\beta_{22}^{n+1}=1$), 2-го роду ($\alpha_{22}^{n+1}=1$, $\beta_{22}^{n+1}=0$) та 3-го роду ($\alpha_{22}^{n+1}=1$, $\beta_{22}^{n+1}=H > 0$).

Зауваження 2. Параметр h дозволяє виділяти з формул (6) розв'язки крайових задач у випадках задання на площині $z=0$ крайової умови 1-го роду ($h \rightarrow +\infty$) та 2-го роду ($h \rightarrow +0$).

Зауваження 3. У випадку $\chi_j \equiv 0$ рівняння (1) збігається з класичним тривимірним неоднорідним хвильовим рівнянням (рівнянням коливань) для ортотропного середовища у циліндричній системі координат.

Зауваження 4. У випадку $\alpha_{11}^k=0$, $\beta_{11}^k=1$, $\alpha_{12}^k=0$, $\beta_{12}^k=1$, $\alpha_{21}^k=E_1^k$, $\beta_{21}^k=0$, $\alpha_{22}^k=E_2^k$, $\beta_{22}^k=0$ (E_1^k, E_2^k – модулі Юнга) умови спряження (5) є класичними умовами ідеального механічного контакту.

Таким чином, у зазначених випадках 3, 4 при $f_j(t, r, \varphi, z) \equiv 0$ ($j = \overline{1, n+1}$) розглянута гіперболічна крайова задача (1)-(5) може інтерпретуватися як математична модель вільних коливних процесів у кусково-однорідному напівобмеженому суцільному циліндрі.

Висновки. Одержано інтегральне зображення точного аналітичного розв'язку гіперболічної крайової задачі для кусково-однорідного напівобмеженого суцільного циліндра.

Список використаних джерел:

1. Сергиенко И.В. Математическое моделирование и исследование процессов в неоднородных средах / И.В. Сергиенко, В.В. Скопецкий, В.С. Дейнека. – Киев: Наук. думка, 1991. – 432 с.
2. Дейнека В.С. Модели и методы решения задач с условиями сопряжения / В.С. Дейнека, И.В. Сергиенко, В.В. Скопецкий. – Киев: Наук. думка, 1998. – 614 с.

3. Конет І.М. Стационарні та нестационарні температурні поля в циліндрично-кругових областях / І.М. Конет, М.П. Ленюк. – Чернівці: Прут, 2001. – 312 с.
4. Громик А.П. Температурні поля в кусково-однорідних просторових середовищах / А.П. Громик, І.М. Конет, М.П. Ленюк. – Кам'янець-Подільський: Абетка-Світ, 2011. – 200 с.
5. Конет І.М. Гіперболічні крайові задачі математичної фізики в кусково-однорідних просторових середовищах / І.М. Конет. – Кам'янець-Подільський: Абетка-Світ, 2013. – 120 с.
6. Конет І.М. Параболічні крайові задачі в кусково-однорідних середовищах / І.М. Конет, Т.М. Пилипюк. – Кам'янець-Подільський: Абетка-Світ, 2016. – 244 с.
7. Перестюк М.О. Теорія рівнянь математичної фізики / М.О. Перестюк, В.В. Маринець. – К.: Либідь, 2006. – 424с.
8. Каленюк П.І. Узагальнена схема відокремлення змінних. Диференціально-символьний метод / П.І. Каленюк, З.М. Нитребич. – Львів: Вид-во нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2002. – 292с.
9. Диткин В.А. Интегральные преобразования и операционное исчисление / В.А. Диткин, А.П. Прудников – М.: Наука, 1974. – 542 с.
10. Конет І.М. Інтегральні перетворення типу Мелера – Фока / І.М. Конет, М.П. Ленюк. – Чернівці: Прут, 2002. – 248 с.
11. Ленюк М.П. Інтегральні перетворення типу Конторовича-Лебедєва / М.П. Ленюк, Г.І. Міхалевська. – Чернівці: Прут, 2002. – 280 с.
12. Ленюк М.П. Інтегральні перетворення Фур'є-Бесселя із спектральним параметром в задачах математичного моделювання масопереносу в неоднорідних середовищах / М.П. Ленюк, М.Р. Петрик. – К.: Наук. думка, 2000. – 372 с.
13. Конет І.М. Гіперболічна крайова задача в неоднорідному циліндрично-круговому півпросторі / І.М. Конет, Т.М. Пилипюк // XVII Міжнародна наукова конференція імені академіка М. Кравчука: матер. конф. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – Т.1. – С. 155-157.
14. Громик А.П. Гіперболічна крайова задача в неоднорідному циліндрично-круговому півпросторі з циліндричною порожниною / А.П. Громик, І.М. Конет, Т.М. Пилипюк // Наукові праці Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка: зб. за підсум. звіт. наук. конф. викл., докторантів і асп. У 3-х т. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка, 2017. – Вип. 16. – Т. 2. – С. ?.
15. Быблив О.Я. Интегральные преобразования Ханкеля I-го рода для кусочно-однородных сегментов с применением к задачам математической

фізики / О.Я. Быблив, М.П. Ленюк // Вычисл. и прикл. математика. – Киев, 1988. – Вып. 65. – С. 24-34.

16. Шилов Г.Е. Математический анализ. Второй специальный курс / Г.Е. Шилов. – М.: Наука, 1965. – 328 с.

17. Гельфанд И.М. Некоторые вопросы теории дифференциальных уравнений / И.М. Гельфанд, Г.Е. Шилов. – М.: Физматгиз, 1958. – 274 с.

18. Конет І.М. Інтегральні зображення розв'язків крайових і мішаних задач для диференціальних рівнянь з частинними похідними в кусково-однорідних середовищах: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. докт. фіз.-мат наук : спец. 01.01.02 «Диференціальні рівняння» / І.М. Конет. – Київ: КНУ ім. Т. Шевченка, 2008. – 36 с.

By means of method of integral and hybrid integral transforms, combined with the method of main solutions (influence matrices and Green's matrices) the exact analytical solution of hyperbolic boundary value problem for non-homogeneous semibounded solid cylinder is obtained.

Key words: *hyperbolic equation, initial and boundary conditions, conjugation conditions, integral transforms, influence functions, Green's functions.*

УДК 378.016:53:621.38

Губанова А.О., кандидат фізико-математичних

МОТИВАЦІЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ ВНЗ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ЕЛЕКТРОНІКА» ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ

У статті автор пропонує один з ефективних методів мотивації пізнавальної діяльності та професійної орієнтації - особистий досвід учня і зв'язок з майбутньою професією

Ключові слова: *професійна освіта, електростатика, розв'язок задач. тьюторіал.*

У професійній підготовці спеціалістів — педагогів технологічного профілю, готових до педагогічної діяльності в профільних навчальних закладах та до розв'язання різнопланових задач на виробництві, стає пріоритетним особистий розвиток спеціаліста. Конкуренто — спроможний спеціаліст повинен не тільки досконало володіти необхідними технічними знаннями, але й «бачити» перспективи розвитку майбутніх технологій, уміти організувати виробництво, координувати дії виробничого колективу, планувати і

контролювати виконання необхідних технічних, екологічних вимог та правил, включаючи правила техніки безпеки.

Згідно до структури профільного навчання, спеціальність «Електроніка» відноситься до технологічного напрямку профілізації. Разом з тим неможливо володіти нюансами технологій без знань фізики, математики, хімії.

Спеціалісти-бакалаври, за своїм рівнем кваліфікації мають право бути педагогами в навчальних закладах технологічного та природничо-математичного напрямів. В переліку провідних компетенції таких спеціалістів у XXI столітті в перших рядках мають бути наукові уявлення про основні закони та принципи природничих наук [1]. Ефективним методом мотивації пізнавальної діяльності та професійної орієнтації є власний досвід учня-студента та його зв'язок з майбутньою професією. Задачею сучасного педагога-фізика, починаючи з перших уроків фізики, є необхідність подивувати учня і дати йому зрозуміти, що фізика - невід'ємна частина його життя, а згодом і його професії.

У відповідності до структури профільного навчання для підготовки спеціалістів з електроніки необхідне навчання принаймні за двома напрямками спеціалізації: природничо-математичному та технологічному, тобто спеціаліст повинен володіти **STEM** знаннями.

STEM освіта (S — science, T — technology, E — engineering, M — mathematics) освіта — це низка чи послідовність курсів або програм навчання, яка готує учнів до успішного працевлаштування, до освіти після школи або для того й іншого і вимагає різних, більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять.

У 2016 році Наказом МОН України від 29.02.2016 № 18 [2] було створено робочу групу з питань впровадження **STEM** освіти в Україні.

В [3] проаналізовані фактори, які обумовили розвиток концепції **STEM** освіти.

Впровадження програм **STEM** освіти, як вказано вище, складається з розробки власне самих програм, механізмів їх подання в системі сучасного освітнього середовища, забезпечення умов доступу до них для всіх бажаючих навчатися [4].

Професійними завданнями педагога є співучасть в студентському освітньому процесі, побудова освітнього процесу зорієнтованого на досягнення цілей конкретного ступеня освіти, допомога в проектуванні та здійсненні професійної самоосвіти з використанням сучасного освітнього середовища. В [5] показано роль розв'язування задач для підвищення та розвитку інтересу учнів та студентів до вивчення фізики, для цього необхідне спілкування усіх бажаючих навчатися з фахівцями-педагогами.

Зразком методу забезпечення таких умов є впровадження системи дистанційної форми навчання, яка включає в себе компоненти очної та заочної форм. В систему дистанційної технології навчання входить очна компонента — підсумкове заняття – тьюторіал, під час якого студенти спілкуються з тьютором та колегами своєї навчальної групи. Тьюторіал відноситься до ефективних методів мотивації пізнавальної діяльності та професійної орієнтації шляхом залучення власного досвіду студентів і зв'язку з майбутньою професією.

Тьюторіал проводиться приблизно один раз на місяць. Під час його проведення відбувається: узагальнення вивченого матеріалу (коротка систематизація основних теоретичних положень); аналіз виконаних студентами групи та перевірених тьютором контрольних робіт; виконання студентами завдань у підгрупах з подальшою презентацією одержаних результатів.

В даній статті запропонована методична розробка для тьюторіала, темою якого є основні характеристики електростатичного поля. Для спеціальності «Електроніка» ця тема є базовою для подальшого розуміння фізичних процесів, що відбуваються в природі та в побуті людини за участю електричних зарядів, її знання необхідне при створенні електричних пристроїв, розвитку електронної промисловості.

Вступна частина.

Повторення теоретичного матеріалу (проводить тьютор). Основні положення теорії вписані на слайдах, які залишається доступним для всіх студентів.

Наявність електричного заряду введена фізиками на основі дослідних фактів.

Носієм електричного заряду є електрон (переклад з грецької на українську – бурштин). Заряд електрона: $e = -1,67 \cdot 10^{-19}$ Кл, маса електрона: $m = 9,109 \cdot 10^{-31}$ кг. При вивченні будови атомів, коли постає питання про нейтральність атома, в склад якого входять електрони, а сам атом є нейтральним. зазначають, що в склад ядра атома входять позитивно заряджені частинки – протони (чисельне значення заряду протона таке саме, як у електрона $q = +1,67 \cdot 10^{-19}$).

Взаємодія між електричними зарядами визначається законом Кулона.

$$\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{r}_{12} \quad (1)$$

де \vec{F}_{21} — сила, що діє на заряд q_2 з боку заряду q_1 , \vec{r}_{12} — вектор, початок якого знаходиться в точці розташування заряду q_1 , а кінець — в точці, де

знаходиться заряд q_2 . Дріб $\frac{\vec{r}_{12}}{r_{12}}$ визначає вектор одиничної довжини, що має напрямок від заряду q_1 до заряду q_2 .

За третім законом Ньютона сили взаємодії виникають парами, тобто на заряд q_1 , з боку заряду q_2 , буде діяти сила \vec{F}_{12} , за величиною рівна \vec{F}_{21} , але прикладена до заряду q_1 , напрямок одиничного вектора зміниться на протилежний. Знаки електричних зарядів у формулі (1) визначають напрямок вектора сили.

➤ **Закон Кулона:** сила взаємодії між двома нерухомими точковими зарядами, пропорційна величині цих зарядів, обернено пропорційна квадрату відстані між ними і напрямлена вздовж прямої, що їх з'єднує, у випадку однойменних зарядів, заряди відштовхуються, а різнойменні притягуються.

Таким чином: всі точки простору, в якому розташований електричний заряд, володіють однаковою властивістю — на будь який електричний заряд, поставлений в будь-яку точку простору діє сила. Величина її та напрямок визначаються за законом кулона. Величина цієї сили залежить від обох зарядів – того, що створює силу і того, що вноситься в визначену точку простору. Якщо поставити умову, що той заряд, що вноситься є за величиною рівний + 1 Кулон, то можна визначити таку величину електричної сили, яка діє тільки на заряд $q_0 = +1\text{Кл}$. Такий заряд називається пробним і дає можливість ввести нову характеристику простору: у кожній точці простору на пробний заряд діє сила, причому вона визначається величиною заряду, який створює електричне поле, та положенням точки у просторі.

Отже, використання математичного поняття векторного поля, а саме: якщо у кожній точці простору задано вектор, то такий простір називається векторним полем. Визначення вектора сили за рівнянням (1), визначає векторне силове поле.

Для його характеристики фізики вводять поняття напруженості електростатичного поля для нерухомого в даній системі координат електричного заряду.

➤ **Напруженість електричного поля** — це векторна фізична величина, яка дорівнює силі, що діє на пробний одиничний електричний заряд, якщо його помістити в дану точку простору в даний момент часу.

Отже: Величину сили, визначену за формулою (1), треба поділити на величину заряду q_2 .

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_2} \quad (2)$$

Одиниці вимірювання фізичної величини: $[E] = \left[\frac{I}{E\ddot{e}} \right]$;

Крім силової характеристики електричного поля вводиться поняття енергетичної характеристики цього поля:

Потенціалом електричного поля називають енергію одиничного пробного заряду, якої він набуває за рахунок роботи зовнішньої сили, при його переміщенні з нескінченності в дану точку поля.

Зовнішня сила виконує роботу проти сили кулона (1).

При $\vec{F} \neq const$ елементарна робота на нескінченно малому переміщенні $d\vec{r}$ визначається співвідношенням: $dA = \vec{F} * d\vec{r} * \cos \alpha$, де: α — кут між векторами \vec{F} та $d\vec{r}$. Інтегрування елементарних робіт при зміні \vec{r} від нескінченності до будь якого r визначить скалярну величину (3),

$$\varphi = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r} \quad (3)$$

де r — відстань від заряду q_1 , φ — скалярний електричний потенціал електричного поля.

Енергія заряду величиною q_2 , який знаходиться в точці з потенціалом φ , визначається співвідношенням $U = q\varphi$, зміна положення заряду q_2 супроводжується зміною його потенціальної енергії. Одиниця вимірювання потенціалу Вольт (В).

Зміна положення заряду q_2 супроводжується зміною його потенціальної енергії: $\Delta U = q_2 \Delta \varphi$, ΔU — зміна потенціальної енергії заряду, $\Delta \varphi$ — зміна величини потенціалу. Співвідношення між одиницями вимірювання силових та енергетичних характеристик електричних полів здійснюється при використанні одиниць вимірювання енергії — механічної та електричної:

$$[E] = \frac{I}{E\ddot{e}} = \frac{I * \dot{1}}{E\ddot{e} * \dot{1}} = \frac{\ddot{A}e}{E\ddot{e} * \dot{1}} = \frac{\hat{E}\ddot{e} * \hat{A}}{\hat{E}\ddot{e} * \dot{1}} = \frac{\hat{A}}{\dot{1}};$$

Для однорідного електричного поля $\Delta \varphi = (\vec{A} * \Delta \vec{r})$, або $d\varphi = (\vec{A} * d\vec{r})$ — для неоднорідного.

Слід додати, що в розглянутих фізичних процесах виконується:

➤ **Принцип суперпозиції полів:** в будь-якій точці простору напруженість електростатичного поля залежить тільки від того заряду, який створює цю напруженість, незалежно від наявності інших зарядів, якщо зарядів декілька. Потенціалом електричного поля називають енергію одиничного пробного заряду, якої він набуває за рахунок роботи зовнішньої сили, при його переміщенні з нескінченності в дану точку поля. При наявності декількох

зарядів. Потенціал електричного поля є сумою потенціалів, створених кожним із зарядів у даній точці поля.

➤ **Закон збереження енергії:**, $\Delta W = \Delta U + \Delta T$, де ΔW — зміна енергії; ΔU — зміна потенціальної енергії; ΔT - зміна кінетичної енергії.

Практична частина.

Для практичної частини обрано 12 завдань. Перших дві задачі виконують всі студенти. Тьютор надає консультації, персонально кожному студенту. Для ілюстрації порядку розв’язання другої задачі демонструється слайд з рис.1.

Задача 1. Знайти кінетичну енергію електрона, який летить в напрямку до точкового заряду $q_1 = 0,5$ Кл. і на відстані $d_1 = 50$ см від заряду його швидкість $|\vec{v}| = 2 \frac{m}{c}$, Знайти швидкість електрона на відстані $d_2 = 25$ см?

Дано:	СИ:
$v = 2 \frac{m}{c}$	
$d_1 = 50$ см	0,5 м
$d_2 = 25$ см	0,25 м
$m_e = 9,109 \cdot 10^{-31}$ кг	
$e = 1,67 \cdot 10^{-19}$ Кл	
$q_1 = 0,5$ Кл	
$T_2 = ?$	

Розв’язання: $T_1 = \frac{mv_1^2}{2}$; $A = \Delta T$; $dA = \vec{F}d\vec{S} \cos \alpha$;

$\vec{F} \uparrow \uparrow d\vec{S}$; $|d\vec{S}| = d_1 - d_2$; $F = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$;

1-й спосіб:

$dA = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr$, звідси А знаходимо як:

$A = \int_{d_1}^{d_2} \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr$, де $|\vec{r}_1| = d_1$, $|\vec{r}_2| = d_2$

2-й спосіб: $\Delta A = q\Delta\varphi$; $\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$; $\varphi_1 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 d_1}$;

$\varphi_2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 d_2}$; $\Delta A = T_2 - T_1$; $q\Delta\varphi = T_2 - \frac{mv_1^2}{2}$;

$T_2 = q\Delta\varphi + \frac{mv_1^2}{2}$.

Задача 2. Два заряди величиною $q_1 = +1$ Кл та $q_2 = +1$ Кл розташовані на відстані 1 м один від одного. Знайти напруженість електростатичного поля в чотирьох точках, які лежать на перпендикулярі, що ділить відрізок що з’єднує заряди на дві рівних половини. Точки обрати наступним чином: на перпендикулярі, на відстані 0,5 м по різні сторони від точки перетину перпендикуляра з відрізком і дві — на відстані 1 м. Виконати малюнок, обравши додатний масштаб для відстаней та довжин векторів напруженості. Вектори додати геометрично. Вектори додати геометрично (зразок показаний на Рис. 1).

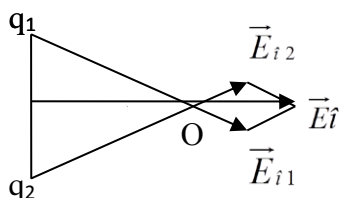


Рис.1 Графічний метод додавання векторів.

Величини векторів E_{o1} довжина OE_{o1} , E_{o2} довжина OE_{o2} розраховані за формулою $E = \frac{kq}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{q}{r^2}$, довжина результуючого вектора $\vec{E} = \vec{E}_{i1} + \vec{E}_{i2}$ напруженості в точці O знаходиться за правилом паралелограма, а чисельне значення — за масштабом визначеним за довжиною вектора OE_{o1} .

Індивідуальна частина тьюторіалу — самостійна робота студентів. Студенти об'єднуються в підгрупи по 3-5 осіб. Тьютор пропонує різні за рівнем складності завдання з практичним змістом. З десяти завдань кожна підгрупа виконує по три. Відповіді на завдання додаються разом з умовами задач.

Задачі для самостійного опрацювання

1. Дві однакові металеві кульки зарядили так, що заряд однієї з них у n разів більший, ніж другої. Кульки торкнули одну до одної і розвели на попередню відстань. У скільки разів(за модулем) зміниться сила їх взаємодії $\left(\frac{F_2}{F_1}\right)$, якщо: 1) заряди однойменні; 2) різнойменні? Вважати, що n дорівнює:

а) 1; б) 1,3; в) 2,4; г) 5,8; д) 15,6; е) 78; є) 500

$$\text{Відповідь: } \left(\frac{F_2}{F_1}\right) = \frac{(n+1)^2}{4n}; \left(\frac{F_2}{F_1}\right) = \frac{(n-1)^2}{4n}$$

2. На двох нитках однакової довжини, закріплених в одній точці, підвісили дві кульки. Порівняти кути відхилень ниток від вертикалі, якщо: а) кульки, маючи однакові маси, заряджені однойменно, і заряд першої кульки більший, ніж заряд другої; б) заряди кульок однакові, а маса першої кульки більша від маси другої.

Відповідь: а) однакові; б) кут відхилення другої більший.

3. Два заряди, один з яких за модулем у 4 рази більший від другого, розташували на відстані a один від одного. В якій точці поля напруженість дорівнює нулеві, якщо заряди однойменні? Різнойменні?

Відповідь: На прямій, яка з'єднує заряди, на відстані $1/3a$ від меншого і $2/3$ від більшого; на тій самій прямій на відстані a від меншого й $2a$ від більшого.

4. В однорідному полі, напруженість якого 40 кВ/м, розташували заряд 27 нКл. Визначити напруженість результуючого поля на відстані 9 см від заряду в точках: а) розташованих на силовій лінії однорідного поля, яка проходить через заряд; б) розташованих на прямій, яка проходить через заряд перпендикулярно до силових ліній.

Відповідь: 70 кВ/м, 10 кВ/м; 50 кВ/м, 50 кВ/м

5. У скільки разів треба змінити значення кожного з двох однакових зарядів, щоб під час занурення їх у воду сила взаємодії на тій самій відстані між ними була така сама, як і в повітрі?

Відповідь: збільшиться у 9 разів

6. В однорідному електричному полі, напруженість якого 1 кВ/м, перемістили на 2 см в напрямі силової лінії заряд – 25 нКл. Визначити роботу поля, зміну потенціальної енергії заряду та різницю потенціалів між початковою та кінцевими точками переміщення.

Відповідь: -0,5 мкДж; 0,5 мкДж; 20 В

7. В однорідному полі, напруженість якого 60 кВ/м, перемістили заряд 5 нКл. Вектор переміщення становить 20 см і утворює кут 60° з напрямком силової лінії. Визначити різницю потенціалів між початковою та кінцевою точками переміщення, роботу поля і зміну потенціальної енергії взаємодії заряду й поля. Дати відповіді на ті самі запитання для випадку переміщення негативного заряду.

Відповідь: 30 мкДж; -30 мкДж; 6 кВ; -30 мкДж; 30 мкДж; 6 кВ.

8. Електрон перемістився в прискорюючому полі з точки, потенціал якої 200 В, у точку з потенціалом 300 В. Визначити кінетичне енергію електрона, зміну його потенціальної енергії і набуту швидкість. Вважати, що початкова швидкість електрона дорівнює нулеві.

Відповідь: $1,6 \cdot 10^{-17}$ Дж; $-1,6 \cdot 10^{-17}$ Дж; 5,9 Мм/с.

9. Точка А лежить на лінії напруженості однорідного поля, напруженість якого 60 кВ/м. Визначити різницю потенціалів між цією точкою і деякою точкою В, розміщеною на відстані 10 см від точки А. Розглянути випадки, коли точки А і В лежать: а) на одній лінії напруженості; б) на прямій, перпендикулярній до лінії напруженості; в) на прямій, напрямленій під кутом 45° до лінії напруженості.

Відповідь: а) ± 6 кВ; б) 0; в) $\pm 4,2$ кВ

10. Між двома пластинами, розташованими горизонтально в вакуумі на відстані 4,8 мм одна від одної, перебуває в рівновазі негативно заряджена крапля масла, маса якої 10 нг. Скільки «надлишкових» електронів має крапля, якщо на пластини подано напругу 1 кВ?

Відповідь: 3000

Кожна підгрупа презентує розв'язок однієї задачі, за власним вибором.

Тьютор спостерігає за роботою всіх підгруп, допомагає у створенні презентацій. Оцінює роботу кожного студента. На протязі презентації всі студенти обговорюють шляхи розв'язку задач та дають свої пропозиції.

Часовий термін описаного заняття - чотири академічних години, з перервою у 20 хвилин.

Висновки:

1. Самостійна робота студентів під час заняття з підготовкою презентацій виконаних завдань створює яскраве емоційне навантаження, яке є

позитивним тому, що студент досягає глибокого розуміння основних теоретичних понять та навчається їх використовувати у конкретних випадках.

2. Допомога студентів з власної підгрупи та тьютора, доступність всіх теоретичних понять (слайди) створюють доброзичливий робочий настрій націлюють на досягнення впевнених знань, розуміння взаємозв'язку різних підходів до опису електричного поля.

3. Успіх у роботі в підгрупах відіграє мотиваційну роль для подальшого вивчення як зазначеного курсу фізики, так і всієї фізики.

4. Таке практичне заняття дає можливість тьютору об'єктивно оцінити кожного студента і надати необхідну для кожного студента допомогу у навчанні.

5. Використанні елементів дистанційної форми навчання є способом втілення **STEM** освіти, для профільних гуртків школярів та студентів природничо-технологічного напрямку.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С Педагог-фізик XXI века. Основы формирования профессиональной компетентности / [Атаманчук П.С., Никифоров К.Г., Губанова А.А., Мыслинская. Н.Л.] – Калуга-Каменец-Подольский: КГУ им. К.Э. Циолковского, 2014. – 268 с.

2. Нормативно-правова база - Міністерство освіти і науки України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://old.mon.gov.ua/ua/about-ministry/normative/5219>.

3. Кузьменко О.С. Методичні особливості вивчення поняття симетрії у процесі вивчення загального курсу фізики в вищих навчальних закладах авіаційного профілю в умовах розвитку **STEM**- освіти. Зб наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка сер Педагогічна Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технічних спеціальностей: Вип 22. Кам'янець-Подільський 2016. — С 89-91.

4. **STEM** – освіта: стан впровадження та перспективи розвитку [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://imzo.gov.ua/stem,osvita>.

5. Губанова А.А. Повышение интереса учащихся к физике посредством решения задач / [Никорич В.З., Кузнецова С.В., Куликова О.В., Губанова А.А.] - Зб наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка сер Педагогічна Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технічних спеціальностей: Вип 22. Кам'янець-Подільський 2016. — С. 210-212.

In this article, the author propose one of the most effective methods of motivating cognitive activity and professional orientation - the student's personal experience and connection with the future profession

Keywords: vocational education, competence approach, personal development of the student, electrostatics, decision of tasks. тьюториал

УДК 517.5

Гудима У. В., кандидат фізико-математичних наук

КРИТЕРІЇ ЕКСТРЕМАЛЬНОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ ДЛЯ ЗАДАЧІ НАЙКРАЩОЇ У РОЗУМІННІ СУБЛІНІЙНОЇ ФУНКЦІЇ АПРОКСИМАЦІЇ ФІКСОВАНОГО ЕЛЕМЕНТА ОПУКЛОЮ МНОЖИНОЮ, ОСНОВАНІ НА СПІВВІДНОШЕННІ ДВОЇСТОСТІ

У статті встановлено критерії екстремальної послідовності для задачі найкращої у розумінні сублінійної функції апроксимації фіксованого елемента віддільного локально опуклого лінійного топологічного простору опуклою множиною цього простору.

Ключові слова: сублінійна функція, опукла множина, задача найкращого наближення, екстремальна послідовність, критерій екстремальної послідовності.

1. Постановка задачі. Нехай X — віддільний локально опуклий лінійний топологічний простір, F — опукла множина простору X , p — неперервна додатно однорідна, напівадитивна функція, задана на X , тобто p — сублінійна функція (див., наприклад, [1, с.13]), x — елемент простору X .

Задачею найкращої у розумінні сублінійної функції p апроксимації елемента x множиною F будемо називати задачу відшукування величини

$$E(x) = \inf_{u \in F} p(x-u) \quad (1)$$

Послідовність $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$ елементів $u_k \in F$, для якої $\lim_{k \rightarrow \infty} p(x-u_k) = E(x)$, будемо називати екстремальною послідовністю для величини (1).

Якщо існує елемент $u_0 \in F$ такий, що

$$E(x) = p(x-u_0),$$

то його будемо називати екстремальним елементом для величини (1).

2. Деякі допоміжні твердження. Для $y, z \in X$ будемо позначимо через $p'(y, z)$ похідну функції p в точці y за напрямком z .

Твердження 1. Для $0, z \in X$ має місце рівність

$$p'(0, z) = p(z) \quad (2)$$

Доведення. Дійсно

$$p'(0, z) = \lim_{\substack{t \rightarrow 0, \\ t > 0}} \frac{p(0 + tz) - p(0)}{t}.$$

Оскільки $p(0) = 0$, а $p(tz) = tp(z)$, $t > 0$ (див., наприклад, [1, с.13]), то для всіх $z \in X$

$$p'(0, z) = \lim_{\substack{t \rightarrow 0, \\ t > 0}} \frac{p(tz)}{t} = \lim_{\substack{t \rightarrow 0, \\ t > 0}} \frac{tp(z)}{t} = p(z).$$

Твердження доведено.

Нехай X^* — простір, спряжений з X .

Через $\partial p(y)$ будемо позначати субдиференціал функції p в точці $y \in X$, тобто

$$\partial p(y) = \{f : f \in X^*, p(z) - p(y) \geq f(z - y), z \in X\},$$

а через U_p — множину всіх опорних функціоналів для p , тобто таких функціоналів $f \in X^*$, що $f(z) \leq p(z)$, $z \in X$.

Твердження 2. Мають місце рівності

$$U_p = \partial p(0), \quad (3)$$

$$p(z) = \max_{f \in U_p} f(z), \quad z \in X. \quad (4)$$

Множина U_p всіх опорних функціоналів для p є непорожньою опуклою слабко* компактною множиною.

Доведення. Нехай $f \in U_p$. Тоді $f(z) \leq p(z)$, $z \in X$. Отже, $p(z) - p(0) \geq f(z - 0)$, $z \in X$. Тому $f \in \partial p(0)$.

Отже,

$$U_p \subset \partial p(0). \quad (5)$$

Нехай тепер $f \in \partial p(0)$. Тоді $p(z) - p(0) \geq f(z - 0)$, $z \in X$. Тому $f \in U_p$. Отже,

$$\partial p(0) \subset U_p. \quad (6)$$

Зі співвідношень (5), (6) робимо висновок про справедливість рівності (3).

Оскільки p є неперервною опуклою функцією заданою на X , то $U_p = \partial p(0)$ є непорожньою опуклою слабо* компактною множиною (див., наприклад, [2, с.307]) і $p'(0, z) = \max_{f \in \partial p(0)} f(z)$.

З цієї рівності та рівностей (2), (3) робимо висновок, що справедлива рівність (4).

Твердження доведено.

Зауважимо, що для випадку, коли X є лінійним нормованим простором рівність (4) іншим способом встановлено, зокрема, у праці [1].

Згідно з (4) для кожного $z \in X$ існує функціонал $f \in U_p$, що $f(z) = p(z)$.

Множину таких функціоналів будемо позначати через U_p^z . Легко переконатися, що $U_p^z = \partial p(z)$.

3. Критерії екстремальності послідовності для величини (1), основані на співвідношенні двоїстості.

З урахуванням рівності (4) задачу відшукування величини (1) можна подати у такій формі

$$E(x) = \inf_{u \in F} p(x-u) = \inf_{u \in F} \max_{f \in U_p} f(x-u). \quad (7)$$

З урахуванням (7) та теореми про мінімакс (див., наприклад, [3, с.34]) робимо висновок про справедливість такого співвідношення двоїстості

$$E(x) = \inf_{u \in F} p(x-u) = \inf_{u \in F} \max_{f \in U_p} f(x-u) = \max_{f \in U_p} \left(f(x) - \sup_{u \in F} f(u) \right). \quad (8)$$

Позначимо через $M = \left\{ f : f \in U_p : \sup_{u \in F} f(u) < +\infty \right\}$.

Легко переконатись, що функція $E(x)$, $x \in X$, приймає скінченні значення на X тоді і тільки тоді, коли $M \neq \emptyset$.

З метою виключення із розгляду випадку, коли $E(x) = -\infty$, будемо припускати, що $M \neq \emptyset$.

Теорема 1. Нехай $u_k \in F$, $k = 1, 2, \dots$, існує $\lim_{k \rightarrow \infty} p(x-u_k)$.

Для того щоб послідовність $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$ була екстремальною послідовністю для величини (1), необхідно і достатньо існування функціонала $f_0 \in X^*$ такого, що:

- 1) $f_0 \in U_p$, $\sup_{u \in F} f_0(u) < +\infty$;
- 2) $\lim_{k \rightarrow \infty} f_0(x-u_k) = \lim_{k \rightarrow \infty} p(x-u_k)$,
- 3) $\lim_{k \rightarrow \infty} f_0(u_k) = \sup_{u \in F} f_0(u)$.

Доведення. Необхідність. Нехай $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$ є екстремальною послідовністю для величини (1). Позначимо через f_0 функціонал із X^* , на якому реалується максимуми у правій частині співвідношення (8).

Зрозуміло, що $f_0 \in U_p$, $\sup_{u \in F} f_0(u) < +\infty$. Оскільки $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$ є екстремальною послідовністю для величини (1), то внаслідок (4), (8)

$$\begin{aligned} E(x) &= \lim_{k \rightarrow \infty} p(x - u_k) = f_0(x) - \sup_{u \in F} f_0(u) = \\ &= \inf_{u \in F} f_0(x - u) \leq f_0(x - u_k) \leq \max_{f \in U_p} f(x - u_k) = p(x - u_k), \quad k = 1, 2, \dots \end{aligned}$$

Звідси випливає, що

$$\begin{aligned} \lim_{k \rightarrow \infty} f_0(x - u_k) &= \lim_{k \rightarrow \infty} p(x - u_k), \\ \lim_{k \rightarrow \infty} f_0(u_k) &= \sup_{u \in F} f_0(u). \end{aligned}$$

Тому співвідношення 1)-3) мають місце.

Необхідність доведено.

Достатність. Нехай для послідовності $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$, $u_k \in F$, $k = 1, 2, \dots$, існує $\lim_{k \rightarrow \infty} p(x - u_k)$ та функціонал $f_0 \in X^*$, який задовольняє умови 1)-3) теореми.

Доведемо, що $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$ є екстремальною послідовністю для величини (1).

Згідно з умовою 3)

$$f_0(u) \leq \sup_{u \in F} f_0(u) = \lim_{k \rightarrow \infty} f_0(u_k), \quad u \in F.$$

Тому, внаслідок (4) та 2)

$$\begin{aligned} 0 &\geq \lim_{k \rightarrow \infty} f_0(u - u_k) = \lim_{k \rightarrow \infty} f_0(x - u_k) - f_0(x - u) \geq \\ &\geq \lim_{k \rightarrow \infty} p(x - u_k) - p(x - u), \quad u \in F. \end{aligned}$$

Звідси випливає, що для всіх $u \in F$

$$p(x - u) \geq \lim_{k \rightarrow \infty} p(x - u_k) \geq \inf_{u \in F} p(x - u).$$

Тоді

$$\inf_{u \in F} p(x - u) = \lim_{k \rightarrow \infty} p(x - u_k).$$

Це й означає, що $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$ є екстремальною послідовністю для величини (1).

Достатність доведено.

Теорему доведено.

Наслідок 1. Нехай F — підпростір простору X , $u_k \in F$, $k=1,2,\dots$, існує $\lim_{k \rightarrow \infty} p(x-u_k)$.

Для того щоб послідовність $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$ була екстремальною послідовністю для величини (1) в цьому випадку, необхідно і достатньо існування функціонала $f_0 \in X^*$ такого, що:

- 1) $f_0 \in U_p$;
- 2) $f_0(x) = \lim_{k \rightarrow \infty} p(x-u_k)$,
- 3) $f_0(u) = 0$, $u \in F$.

Наслідок 2. Нехай x_1, \dots, x_n — фіксовані елементи простору X , $F = \left\{ u : u = \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i, \alpha_i \in R, i = \overline{1, n} \right\}$ — скінченновимірний підпростір простору X , породжений елементами x_1, \dots, x_n , $u_k \in F$, $k=1,2,\dots$, існує $\lim_{k \rightarrow \infty} p(x-u_k)$.

Для того щоб послідовність $\{u_k\}_{k=1}^{\infty}$ була екстремальною послідовністю для величини (1) в цьому випадку, необхідно і достатньо існування функціонала $f_0 \in X^*$ такого, що:

- 1) $f_0 \in U_p$;
- 2) $f_0(x) = \lim_{k \rightarrow \infty} p(x-u_k)$,
- 2) $f_0(x_i) = 0$, $i = \overline{1, n}$.

Список використаних джерел:

1. Демьянов В.Ф. Приближенные методы решения экстремальных задач / В.Ф. Демьянов, А.М. Рубинов— Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1968. — 181 с.
2. Лоран П.-Ж. Аппроксимация и оптимизация/ П.-Ж. Лоран. — М. : Мир, 1975. — 496 с.
3. Фань Цзи. Теоремы о минимаксе / Цзи Фань //Бесконечные антагонистические игры. Сборник статей. / Под ред. Н.Н. Воробьева. — М.: Физматиз, 1963. — С.31-39.

The criterias of the extremal sequence for the problem of the best at sense of the sub linear function of the approximation of a fixed element of a topological space from a convex set of this space are proved in the article.

Key words: *the sub linear function, the convex set, the problem of the best approximation, the extremal sequence, the criteria of the extremal sequence .*

ВИКОРИСТАННЯ WOLFRAM|ALPHA ПІД ЧАС ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ З МЕТОДІВ ОБЧИСЛЕНЬ

У статті обґрунтовується доцільність використання хмарної технології Wolfram|Alpha під час лабораторних занять з методів обчислень, зокрема під час наближеного розв'язування рівнянь.

Ключові слова: методи обчислень, наближене розв'язування рівнянь, хмарна технологія.

Невирішеною проблемою з питань впровадження засобів ІКТ під час проведення лабораторних занять з методів обчислень залишається проблема не лише доцільного їх вибору, а й доцільності їх використання на занятті.

Як приклад, можна дискутувати над питанням доцільності використання на лабораторних заняттях з методів обчислень хмарної технології Wolfram|Alpha. Нами розглянуто переваги паралельного поєднання роботи студентів із табличним процесором MS Excel і хмарною технологією Wolfram|Alpha.

Метою нашого дослідження є окреслення можливостей хмарної технології Wolfram|Alpha під час підготовки майбутніх фахівців-електроніків, ознайомлення з основними принципами її роботи, популяризація використання хмарних технологій у вітчизняній освітній спільноті.

Розгляду впровадження ІКТ та розробці їх методичного забезпечення присвячені роботи вітчизняних дослідників С.В. Бас, О.М. Гончарової, В.Б. Григор'євої, О.М. Гудиревої, М.І. Жалдака, В.І. Клочка, М.Б. Ковальчука, М.С. Львова, Н.В. Морзе, С.А. Ракова, О.М. Смирнової-Трибульської, Т.Г. Стріжак, Ю.В. Триуса та ін. У їх працях основну увагу приділено створенню програмних засобів навчального призначення та методики їх застосування до вивчення різноманітних тем.

За визначенням Національного інституту стандартів та технологій США (National Institute of Standards and Technologies), хмарні технології – це модель забезпечення швидкого і зручного доступу повсюди, будь-де та будь-коли через мережу до спільного обчислювального ресурсу (мережі, серверів, баз даних, додатків, сервісів), що можуть надаватися з мінімальними управлінськими зусиллями та зверненнями до постачальника послуг (провайдера) [2, с. 23].

Серед головних переваг сервісу Wolfram|Alpha можна виділити найзатребуваніші студентами:

- безкоштовність;
- можливість використання з мобільного пристрою;
- можливість швидкої перевірки відповіді;
- можливість одержання точних відповідей;
- можливість перегляду кроків алгоритмів розв'язування (в деяких випадках) [1, с. 10].

Для прикладу продемонструємо результати графічного відокремлення коренів рівняння $tg(0,47x+0,2) = x^2$ за допомогою Wolfram|Alpha (Рис. 1) та уточнення їх з точністю до 0,0005 методом дотичних у Excel (Рис. 2).

Як свідчить особистий досвід використання згаданої вище хмарної технології під час розгляду теми „Наближене розв'язування рівнянь методами поділу відрізка навпіл, хорд, дотичних”, студентам значно зрозумілішим стає саме формулювання умови завдання, коли вони бачать перед собою не тільки правильно побудований графік функції, а й зображені корені рівняння. Проте необхідно звернути увагу студентів на той факт, що отримані корені рівняння не є шуканими, оскільки в завданні потрібно здійснити уточнення коренів на знайдених завдяки Wolfram|Alpha інтервалах ізоляції з наперед заданою точністю. Зробити це допоможе табличний процесор MO Excel.



tg(0,47*x+0,2)=x^2



Web Apps Examples Random

Interpreting as: tg(0.47*x+0.2)=x^2

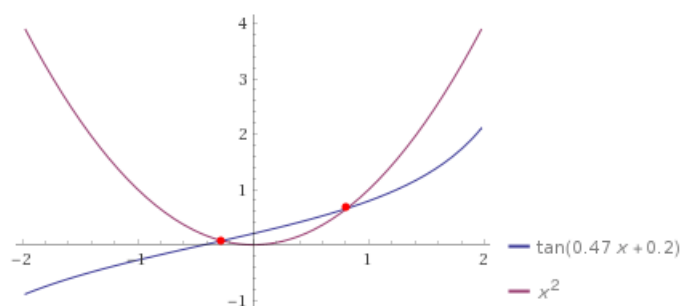


Input:

$$\tan(0.47x + 0.2) = x^2$$

Open code

Plot:



Alternate forms:

More

$$\tan((0.47 + 0. i)x + (0.2 + 0. i)) = x^2$$



$$\frac{\sin(0.2 + 0.47x)}{\cos(0.2 + 0.47x)} = x^2$$

$$\frac{(0.198669 + 0. i) \cos((0.47 + 0. i)x)}{(0.980067 + 0. i) \cos((0.47 + 0. i)x) - (0.198669 + 0. i) \sin((0.47 + 0. i)x)} + \frac{(0.198669 + 0. i) \sin((0.47 + 0. i)x)}{(0.980067 + 0. i) \sin((0.47 + 0. i)x)} = x^2$$



Alternate form assuming x is real:

$$\frac{\sin(2(0.47x + 0.2))}{\cos(2(0.47x + 0.2)) + 1} + 0. i = x^2$$



Numerical solutions:

More digits

$$x \approx -3.90684841254114\dots$$



$$x \approx -0.270326294772717\dots$$



$$x \approx 0.810073209112525\dots$$



$$x \approx 2.60538309633570\dots$$



Рис. 1. Розв'язання рівняння у Wolfram|Alpha

	A	B	C	D	E	F
1	x0	f(x0)	f'(x0)	x0	f(x0)	f'(x0)
2	-4,00000000000000	-6,87922906437044	47,56857735630570	-1,00000000000000	-1,27675813587503	2,50599968091332
3	-3,85538291353886	9,37431772325350	284,30339278159400	-0,49051943398105	-0,27116295128694	1,45147762456332
4	-3,88835585006113	2,48884536552548	153,96888546555800	-0,30370087977253	-0,03491097416028	1,07894615840217
5	-3,90452044953848	0,27853281425311	121,54375925337000	-0,27134433084892	-0,00103245554899	1,01516559750188
6	-3,90681207533617	0,00428087914187	117,83845264378200	-0,27032729919268	-0,00000101764159	1,01316443461449
7	-3,90684840370816	0,00000104035928	117,78118482549200	-0,27032629477370	-0,00000000000099	1,01316245837736
8	-3,90684841254114	0,00000000000002	117,78117090669100	-0,27032629477272	0,00000000000000	1,01316245837543
9						
10	x0	f(x0)	f'(x0)	x0	f(x0)	f'(x0)
11	1,00000000000000	-0,20774582527174	-1,23499666163405	2,50000000000000	-1,20808474351864	7,41782744316355
12	0,83178430215603	-0,02094921363386	-0,98200836885614	2,66286234113359	1,25504812732395	27,88155160127690
13	0,81045127252182	-0,00035842427022	-0,94835294737259	2,61784877283324	0,22213526608185	18,76222500400470
14	0,81007332855991	-0,00000011320671	-0,94775386507157	2,60600927799537	0,01061953860289	17,00295284835450
15	0,81007320911254	-0,00000000000001	-0,94775367571911	2,60538470773998	0,00002725794142	16,91575626512270
16	0,81007320911253	0,00000000000000	-0,94775367571910	2,60538309634638	0,00000000018070	16,91553198612680
17	0,81007320911253	0,00000000000000	-0,94775367571910	2,60538309633570	0,00000000000001	16,91553198464010

Рис. 2. Уточнення коренів рівняння з точністю до 0,0005 методом дотичних у Excel

Аналізуючи результати виконання студентами лабораторної роботи, можна впевнено стверджувати, що використання Wolfram|Alpha допомагає їм відчувати власну посильність у виконанні завдання (особливо під час побудови графіків функцій), що, в свою чергу, значно полегшує і пришвидшує процес відокремлення інтервалів ізоляції.

Список використаних джерел:

1. Бас С. В. Wolfram|Alpha: можливості застосування у навчанні вищої математики студентів економічних спеціальностей / С. В. Бас // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 2. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2013. – Вип. 4. – С. 8-11.
2. Листопад Н. І. Моделі функціонування „хмарної” комп'ютерної системи / Н. І. Листопад, Е. В. Олизарович. – Доповіді БГУИР. – №3 (65). – 2012. – С. 23-29.

The article substantiates the feasibility of using the Wolfram / Alpha cloud technology during laboratory classes on computational methods, in particular, during an approximate solution of equations.

Key words: *methods of calculations, approximation of solving equations, cloud technology.*

УДК 373.167.1

Криськов Ц.А., кандидат фізико-математичних наук, доцент

Люба Т.С., Рачковський О.М.

УЗАГАЛЬНЮЮЧІ ЗАВДАННЯ З АСТРОНОМІЇ ДЛЯ ТЕМИ «АСТРОМЕТРІЯ»

Представлені варіанти завдань для перевірки знань з астрономії розділу «Астрометрія»

Ключові слова: небесні світила, небесна сфера, сонячний і зоряний час, рух Сонця.

Вступ

Вивчення астрономії передбачає використання теоретичних знань для вирішення конкретних завдань оцінки умов спостереження світил, що є необхідною умовою практичних завдань навігації.

Робота є узагальнюючою з розділу «Сферична астрономія» (Астрометрія). Перед її виконанням потрібно:

- ✓ Опрацювати теоретичний матеріал з тем:
 - Небесна сфера і системи координат;
 - Видимий добовий рух зір;
 - Висота світил в кульмінаціях;
 - Річний рух Сонця;
 - Сутінки;
 - Сферичний і паралактичний трикутники;
 - Час сходу, кульмінації і заходу світил.

Метою роботи є навчитись:

- Віднаходити сузір'я, у яких знаходяться зорі за їх персональною назвою;
- Визначати екваторіальні координати зір;
- Будувати небесну сферу для заданої точки земної поверхні;
- Зображати добові паралелі зір;
- Обчислювати висоти зір у верхній та нижній кульмінаціях;
- Обчислювати моменти верхньої кульмінації зір та моменти їх сходу і заходу;
- Визначати вплив руху Сонця на умови їх спостереження з урахуванням тривалості вечірніх та ранкових побутових сутінок;

- Зазначати на добових траєкторіях зір ділянки, доступні для спостережень.

Порядок виконання роботи

Отримавши назви зір, міста та дати спостереження, необхідно:

- В посібнику [3] знайти карти, на яких розміщені потрібні зорі, для чого:
 - на стор. 5 за персональними назвами зір знайти сузір'я, до якого вони належать (назва сузір'я дана скорочено латинською);
 - на наступній сторінці знайти російську назву сузір'я і вписати номери карт, на яких воно знаходиться;
 - знайти ці карти і з них вибрати ту, де є потрібна зоря.
- Визначити ціну поділки шкал відліку схилень і прямих сходжень зір (схилення нанесені по вертикальних або похилих шкалах, а прямі сходження – по горизонтальних або дугових шкалах).
 - Визначити і записати значення схилень і прямих сходжень зір.
 - З посібника [1] вписати географічну широту місця спостереження.
 - Побудувати небесну сферу, нанести на меридіан зорі за їх схиленням і зобразити добові паралелі зір, відмітивши суцільною лінією ту частину траєкторії, яка доступна для спостережень (над площиною горизонту).
 - Обчислити висоту зір у кульмінаціях.
 - Для виконання другого завдання роботи необхідно з астрономічного календаря для вказаної у завданні дати спостереження вписати зоряний час Гринвіча S_0 на початок доби та схилення Сонця δ_{\odot} .
 - За цими даними розрахувати моменти верхньої кульмінації зір за місцевим часом:

$$T_{в.к.} = 24^h (0^h) - S_0 + \alpha \quad (1)$$

Значення 24^h чи 0^h вибирається так, щоб зоря кульмінувала у вибрану дату.

Годинний кут зорі у момент її заходу визначити з виразу:

$$\cos t = -\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta \quad (2)$$

Обчислене значення годинного кута з градусної міри перевести у годинну, враховуючи, що $1^h = 15^\circ$.

Тоді час сходу зорі: $T_{сх} = T_{в.к.} - t$, а час заходу

$$T_{зх} = T_{в.к.} + t. \quad (3)$$

Значення часів $T_{в.к.}$, $T_{сх}$ і $T_{зх}$ записати біля відповідних точок траєкторії зорі. Проміжок часу від $T_{сх}$ до $T_{зх}$ відповідає тривалості руху зорі над горизонтом.

Для визначення умов видимості зорі необхідно врахувати рух Сонця. За місцевим часом верхня кульмінація Сонця відбувається о 12^h . Обчислити годинний кут Сонця у момент його заходу:

$$\cos t_{\odot} = -\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta_{\odot} \quad (4)$$

Числове значення годинного кута Сонця також перевести у годинну міру.

Час сходу $T_{cx\odot}$ і заходу $T_{zx\odot}$ Сонця відповідно будуть:

$$T_{cx\odot} = 12^h - t_{\odot}, \quad T_{zx\odot} = 12^h + t_{\odot} \quad (5)$$

Таким чином, зорю можна спостерігати, враховуючи тривалість побутових сутінок у 1^h , з моменту часу, що відповідає $T_{zx\odot} + 1^h$ (вечір) до моменту часу $T_{cx\odot} - 1^h$ (ранок). Частину траєкторії зорі, яка відповідає цьому проміжку, на малюнку виділити іншим кольором або жирністю лінії. У висновках до роботи записати її основні результати.

Приклад виконання роботи

Завдання: 1. Побудувати добові паралелі зір Арктур і ρ Корми для спостерігача у м. Берлін та обчислити їх видимі висоти у кульмінаціях.

2. Оцінити умови спостереження зір для 10 лютого.

Виконання: 1. У пояснювальній записці до зоряного атласу [3] знаходимо, що Арктур – це зоря α сузір'я Волопаса і воно розміщене на картах 5,11, а сузір'я Корми – на картах 9,10,15,16. Визначаємо екваторіальні координати зір:

Арктур: $\delta_1 = 19^{\circ}18'$, $\alpha_1 = 14^h14^m$; ρ Корми: $\delta_2 = -24^{\circ}14'$, $\alpha_2 = 8^h06^m$.

З таблиці VIII [1] виписуємо широту м. Берлін: $\varphi = 52^{\circ}30'$.

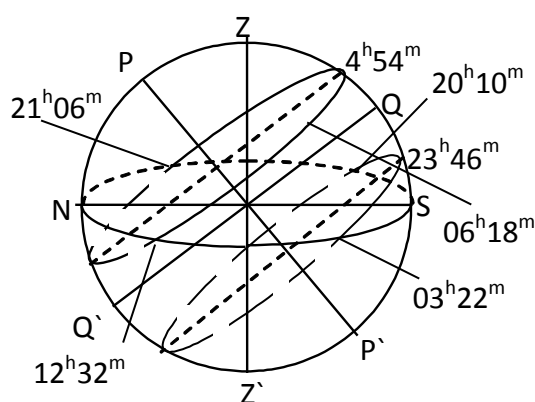


Рис.1. Добові паралелі руху зір у кульмінаціях.

З астрономічного календаря [4] виписуємо значення зоряного часу у Гринвічі та схилення Сонця для 10.02:

$$S_o = 9^h20^m, \quad \delta_{\odot} = -14^{\circ}25'$$

Будуємо небесну сферу і на ній показуємо добові паралелі зір. Суцільними лініями відмічаємо частини траєкторій, що знаходяться над площиною горизонту (Рис. 1).

Обчислимо висоти зір у

$$h_1 = SM_1 = (90^{\circ} - \varphi) + \delta_1 = (90^{\circ} - 52^{\circ}30') + 19^{\circ}18' = 56^{\circ}48'$$

$$h_2 = SM_2 = (90^\circ - \varphi) - \delta_2 = (90^\circ - 52^\circ 30') - 24^\circ 14' = 13^\circ 16'.$$

Нижні кульмінації обох зір (M_1 і M_2) знаходяться під горизонтом.

2. Обчислимо моменти верхньої кульмінації зір:

$$T_1 = 0^h - 9^h 20^m + 14^h 14^m = 4^h 54^m,$$

$$T_2 = 24^h - 9^h 20^m + 8^h 06^m = 23^h 46^m.$$

Значення годинних кутів зір в момент їх заходу будуть:

$$\cos t_1 = -\operatorname{tg} 52^\circ 30' \operatorname{tg} 19^\circ 18' = -1,3032 \cdot 0,35 = -0,4561.$$

$$\cos t_2 = -\operatorname{tg} 52^\circ 30' \operatorname{tg} (-24^\circ 14') = -1,3032 \cdot (-0,45) = 0,587.$$

$$t_1 = 117^\circ,135 = 7^h 48^m; \quad t_2 = 54^\circ,06 = 3^h 36^m.$$

Обчислимо моменти сходу й заходу зір за:

$$T_{cx1} = 4^h 54^m - 7^h 48^m = 21^h 06^m; \text{ (попередньої доби)}$$

$$T_{zx1} = 4^h 54^m + 7^h 48^m = 12^h 32^m;$$

$$T_{cx2} = 23^h 46^m - 3^h 36^m = 20^h 10^m;$$

$$T_{zx2} = 23^h 46^m + 3^h 36^m = 03^h 22^m. \text{ (наступної доби)}$$

Значення моментів кульмінації, сходу і заходу зір записуємо біля відповідних точок її добової траєкторії.

Оцінімо рух Сонця. Годинний кут заходу Сонця:

$$\cos t_{\odot} = -\operatorname{tg} 52^\circ 30' \operatorname{tg} (-14^\circ 25') = -1,3032 \cdot (-0,2567) = 0,3346.$$

$$t_{\odot} = 70^\circ,45 = 4^h 42^m.$$

Моменти часу сходу й заходу Сонця будуть:

$$T_{cx\odot} = 12^h - 4^h 42^m = 7^h 18^m; \quad T_{zx\odot} = 12^h + 4^h 42^m = 16^h 42^m.$$

Враховуючи тривалість вечірніх і ранкових сутінків по 1^h маємо, що зорі можна спостерігати з 17^h42^m до 6^h18^m.

Порівнюючи часи руху зір над горизонтом з часом руху Сонця, робимо висновок:

- Зорю Арктур можна спостерігати з 21^h06^m до 06^h18^m;
- Зорю ρ Корми можна спостерігати з 20^h10^m до 03^h22^m, тобто

впродовж всього часу її руху над горизонтом.

Доступні для спостереження ділянки траєкторії показуємо на мал.

Правильність виконання обчислень можна перевірити за допомогою рухомої карти зоряного неба.

Список використаних джерел:

1. Чепрасов В.Г. Практикум з курсу загальної астрономії. – К.: «Вища школа», 1976. – 192 с.
2. Криськов Ц.А. Практичні заняття з астрономії. – Кам'янець-Подільський, 2002. – 68 с.
3. Михайлов А.А. Атлас звездного неба. - Ленинград: «Наука» - 1978 г., 17 с.
4. Астрономічний календар на поточний рік.

The tasks for testing the knowledge on astronomy in the section "Astrometry" are presented in the paper.

Key words: heavenly bodies, celestial sphere, solar and stellar time, motion of the Sun.

УДК 517.927.4

Кріль С.О., кандидат фізико-математичних наук, доцент

ПРОЕКЦІЙНО-ІТЕРАТИВНИЙ МЕТОД РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ДЕЯКИХ ЗАДАЧ ТЕОРІЇ

У статті досліджується питання застосування проекційно-ітеративного методу до деяких задач теорії керування.

Ключові слова: проекційно-ітеративний метод, оптимальне керування, крайова задача, інтегральне рівняння.

Математична теорія оптимального керування почала особливо інтенсивно розвиватися після виникнення методів динамічного програмування та принципу максимуму Л.С. Понтрягіна [2]. Але знайти точні розв'язки задач теорії керування з використанням цих методів і навіть із застосуванням сучасної комп'ютерної техніки вдається далеко не в усіх випадках.

Тому не менш важливе значення мають наближені методи розв'язування задач теорії керування. Розробці прямих та ітеративних методів розв'язання таких задач присвячено дуже велике число наукових праць і на даний час відомо багато ефективних методів побудови наближених розв'язків задач теорії керування [1]. Одним з ефективних є проекційно-ітеративний метод та різні його варіанти і модифікації [3].

Застосуємо цей метод до деяких класичних задач теорії керування, зокрема до задач Лагранжа та Майєра.

Нехай керований процес описується системою звичайних диференціальних рівнянь

$$\frac{dy}{dx} = f(t, x, u), \quad (1)$$

тут $x(t)$ — n -вимірний вектор фазових координат з компонентами x^1, \dots, x^n ; $u(t)$ — r -вимірний вектор керування з компонентами u^1, \dots, u^r ; f — n -вимірний вектор-функція своїх аргументів з компонентами f^1, \dots, f^n . Початкова умова має вигляд

$$x(t_0) = x_0, \quad (2)$$

де t_0 — початковий момент часу, x_0 — заданий n -вимірний вектор. Процес керування будемо розглядати на фіксованому проміжку часу $[t_0, T]$, де T — заданий момент закінчення процесу. На функції керування накладемо обмеження

$$u(t) \in U, t_0 \leq t \leq T, \quad (3)$$

де U — задана замкнута множина в r -вимірному просторі.

Допустимими керуваннями будемо називати кусковонеперервні на відрізку $[t_0, T]$ функції $u(t)$, що задовольняють на цьому проміжку обмеження (3).

Поставимо задачу про знаходження такої допустимої функції $u(t)$, яка реалізує мінімум функціоналу

$$I = F(x(T)). \quad (4)$$

На розв'язках системи (1), що задовольняють початкову умову (2) і задані кінцеві умови

$$g_j(x(T)) = 0, j = \overline{1, m}, \quad (5)$$

тут F, g_j — задані скалярні функції, $0 \leq m \leq n$. Відмітимо, що випадок інтегрального функціонала зводиться до функціонала типу (4) за рахунок введення додаткової фазової координати.

Якщо припустити, що поставлена задача має розв'язок, то він повинен задовольняти умовам принципу максимуму Понтрягіна [2]. Ці умови для задачі (1)-(5) можна записати у наступному вигляді. Запишемо функцію H , спряжену систему і умови трансверсальності:

$$H(\psi, x, u, t) = (\psi, f(x, u, t)), \psi = \{\psi_1, \dots, \psi_n\}; \quad (6)$$

$$\psi_i = \frac{\partial H}{\partial x^i}; i = 1, \dots, n; \quad (7)$$

$$\psi_i(T) = \lambda_0 \frac{\partial F}{\partial x^i} + \sum_{j=1}^m \lambda_j \frac{\partial g_j}{\partial x^i}, x = x(T), \quad (8)$$

тут $\lambda_1, \dots, \lambda_m$ — сталі, причому $\lambda_0 \leq 0$. За виключенням деяких особливих випадків, коли $\lambda_0 = 0$, можна в силу лінійності і однорідності співвідношень (6)-(8) по ψ_i і λ_i покласти

$$\lambda_0 = -1. \quad (9)$$

Умова максимальності функції H по змінній u для оптимального керування $u(t)$ має вигляд

$$H(\psi(t), x(t), u(t), t) = \max_{u \in U} H(\psi(t), x(t), u, t), t_0 \leq t \leq T. \quad (10)$$

З рівності (10), взагалі кажучи, можна виразити $u(t)$ через x, ψ, t на оптимальній траєкторії, тобто одержати залежність

$$u(t) = V(x(t), \psi(t), t). \quad (11)$$

Підставляючи співвідношення (11) в рівняння (1) і (7), отримаємо систему $2n$ нелінійних звичайних диференціальних рівнянь для $2n$ функцій $x_i(t)\psi_i(t), i = 1, \dots, n$. Рівність (2) дає n крайових умов при $t = t_0$, а співвідношення (5), (8), (9) додають $m+n$ крайових умов при $t = T$, в яких, проте, міститься m невідомих параметрів λ_j . Параметри λ_j можна виключити, використовуючи які-небудь m з n рівностей (8) і розв'язуючи лінійну алгебраїчну систему, що отримується, відносно λ_j . Тоді $m-n$ рівностей (8), що залишаться, разом з рівністю (5) дадуть n умов на функції x, ψ в момент $t = T$; ці умови запишемо у вигляді

$$\varphi_i(x(T), \psi_i(T)) = 0, i = 1, \dots, n. \quad (12)$$

Таким чином, ми прийшли до нелінійної крайової задачі для системи диференціальних рівнянь порядку $2n$, причому n крайових умов (2) задані в момент $t = t_0$, і n крайових умов (12) — момент $t = T$.

Введемо позначення

$$\psi(t_0) = z, \quad (13)$$

де z — n -вимірний сталий вектор. Якщо задати вектор z , то (2), (13) утворюють повну сукупність початкових умов для системи (1), (7), (11). Розв'язуючи оптимальну задачу Коші, можна знайти функції $\psi(t), x(t), u(t)$ на усьому відрізку, знайти значення функцій φ_i , що фігурують в умовах (12). Позначимо

$$\varphi_i(x(T), \psi(T)) = \varphi_i(z), i = 1, \dots, n. \quad (14)$$

Запис (14) виражає той факт, що значення лівих частин рівностей (12) залежить лише від вектора z , що компонується заданим вище чином. Самі ж умови (12) можна записати у вигляді системи трансцендентних рівнянь

$$\varphi(z) = 0, \varphi = \{\varphi_1, \dots, \varphi_n\}. \quad (15)$$

Отже, крайова задача (1), (2), (7), (11), (12) зветься до системи трансцендентних рівнянь (15) для вектора z . Істотною особливістю системи (15) є те, що вектор-функція $\varphi(z)$ задана за допомогою наступного алгоритму: для її знаходження при одному значенні z потрібно розв'язати задачу Коші для системи (1), (7), (11) з початковими умовами (2), (13) на відрізку $[t_0, T]$ і потім обчислити функції (14). Відшукування функції $\varphi(z)$ при кожному z вимагає інтегрування нелінійної системи порядку $2n$, для чого можуть бути використані відомі методи (наприклад метод Рунге-Кутта, Адамса та ін.).

Для розв'язування системи (15) можна використати відомі наближені методи розв'язання систем трансцендентних рівнянь. Потрібно лише мати на увазі, що функція $\varphi(z)$ задана складним чином, і її загальні властивості, окрім неперервності і кускової диференційовності, важко встановити.

Застосуємо метод послідовних наближень, проекційний та проекційно-ітеративний метод до деяких типів задач теорії керування.

Так, розглянемо задачу Лагранжа теорії оптимального керування:

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x, u), t \in [t_0, t], \quad (16)$$

$$x(t_0) = x_0, \quad (17)$$

$$\int_{t_0}^T g(t, x, u) dt \rightarrow \min, \quad (18)$$

де $f: [t_0, T] \times R^m \times U \rightarrow R^m, g: [t_0, T] \times R^m \times U \rightarrow R$ — неперервно-диференційовні відображення, $x(t), u(t) \in U$ — шукана вектор-функція та вектор керування, $U \subset R^r$ — обмежена замкнута множина (система диференціальних рівнянь (16), взагалі кажучи, є нелінійною, хоча можливий і лінійний випадок).

Вияснимо умови існування розв'язку задачі (16)-(18) та можливість застосування до цієї задачі наближених методів.

Спочатку розглянемо допоміжну задачу:

$$\frac{dx}{dt} + A(t)x = y(t), x(t_0) = 0. \quad (19)$$

Тоді існуватиме матриця $G(t, s)$ така, що єдиний розв'язок задачі (19) виражається формулою

$$x(t) = h(t) + \int_{t_0}^T G(t,s)y(s)ds,$$

де вектор-функція $h(t)$ є розв'язком задачі $\frac{dh}{dt} + A(t)h = 0, h(t_0) = x_0$.

Задачу (16), (17) можна звести до інтегрального рівняння:

$$y(t,u) = F(t;h(t) + \int_{t_0}^T G(t,s)y(s)ds;u), \quad (20)$$

де $y(t,u) = F(t,x,u) + A(t)x$.

Якщо існуватиме єдиний розв'язок цього рівняння, то й вихідна задача (16)-(18) має єдиний розв'язок [3].

У випадку єдності розв'язку та наявності стиску в інтегральному операторі рівняння (20) застосуємо до задачі (16)-(18) метод послідовних наближень. Так, нехай наближенні розв'язки — вектор-функція $x_{k-1}(t)$ та керування $u_{k-1}(t)$ знайдені.

Тоді беремо

$$y_k(t) = F(t;x_{k-1}(t);u_{k-1}(t)). \quad (21)$$

Наближення $x_k = x_k(t;u_{k-1})$ та $u_k(t)$ знаходимо, розв'язавши спочатку задачу Коші та варіаційну задачу:

$$\frac{dx_k}{dt} + A(t)x_k = y_k(t), \quad (22)$$

$$x_k(t_0) = x_0, \quad (23)$$

$$I(u_k(t)) = \min_{u \in U} \int_{t_0}^T g(t;x_k(t,u);u)dt. \quad (24)$$

Можна довести, що метод (21)-(24) збігатиметься при $k \rightarrow \infty$ до розв'язку вихідної задачі (16)-(18).

У випадку єдності розв'язку до задачі (16)-(18) застосуємо проекційно-ітеративний метод [3]. Так, нехай наближені розв'язки — вектор-функція $x_{k-1}(t)$ та керування $u_{k-1}(t)$ знайдені. Тоді беремо

$$z_k(t) = x_{k-1}(t) + w_k(t), w_k(t) = \sum_{j=1}^n a_j^k \eta_j(t). \quad (25)$$

Невідомі коефіцієнти a_j^k знаходимо із умови

$$\int_{t_0}^T \left(\frac{dz_k(t)}{dt} - f(t; z_k(t); u_{k-1}(t)) \right) \psi_i(t) dt = 0, i = \overline{1, n}, \quad (26)$$

$$y_k(t) = F(t; z_k(t); u_{k-1}(t)). \quad (27)$$

Наближення $x_k = x_k(t; u_{k-1})$ та $u_k(t)$ знаходимо, розв'язавши спочатку задачу Коші, а потім варіаційну задачу:

$$\frac{dx_k}{dt} + A(t)x_k = y_k(t), x_k(t_0) = x_0, \quad (28)$$

Система вектор-функцій $\{\eta_j(t)\}$ в (25) – це розв'язок задачі

$$\frac{d\eta_j}{dt} + A(t)\eta_j = \varphi_j(t), \eta_j(t_0) = 0, j = \overline{1, n}, \quad (30)$$

$\{\varphi_j(t)\}, \{\psi_j(t)\}$ — задані системи лінійно-незалежних на $[t_0, T]$ вектор-функцій, $i, j = \overline{1, n}$.

Можна довести, що метод (25)-(30) збігатиметься при деякому фіксованому n до розв'язку задачі (16)-(18), причому швидкість збіжності зростатиме із збільшенням n .

Як частковий випадок методу (25)-(30) можна розглядати проекційний метод ($x_k(t) \equiv 0; k = 1, 2, \dots$). Для нього можна вказати достатні умови збіжності та оцінки похибок наближень.

Застосуємо метод послідовних наближень та проекційно-ітеративний метод до задачі Майєра, — потрібно знайти наближений розв'язок задачі:

$$\frac{dx}{dt} = f(t; x; u), t \in [t_0, T], \quad (31)$$

$$x(t_0) = x_0, \quad (32)$$

$$\varphi(x(T)) \rightarrow \min, \quad (33)$$

де, як і раніше, $f : [t_0, T] \times R^m \times U \rightarrow R^m, \varphi \in R^m$ — деякий вектор, $x(t), u(t) \in U$ — шукані вектор-функція та вектор керування, $U \subset R^r$ — обмежена замкнута множина (система диференціальних рівнянь (16), взагалі кажучи, є нелінійною, хоча можливий й лінійний випадок).

Як було показано вище, задача (31)-(32) зводиться до інтегрального рівняння (20). Припускаємо, що це рівняння має єдиний розв'язок.

Застосуємо до задачі (31)-(33) проекційно-ітеративний метод. Вважаючи, що наближення $x_{k-1}(t)$ та $u_{k-1}(t)$ відомі, наступні наближення знаходимо згідно формул (25)-(28).

Керування $u_k(t)$ знаходимо, розв'язавши варіаційну задачу:

$$(x_k(T); u_k(t)) = \min_{u \in U} (x_k(T; u(t))). \quad (34)$$

Система вектор-функцій $\{\eta_j(t)\}$ в (25) — це розв'язок задачі

$$\frac{d\eta_j}{dt} + A(t)\eta_j = \varphi_j(t), \eta_j(t_0) = 0, j = \overline{1, n}, \quad (35)$$

$\{\varphi_j(t)\}$, $\{\psi_j(t)\}$ — задані системи лінійно-незалежних на $[t_0, T]$ вектор-функцій, $i, j = \overline{1, n}$.

Можна довести, що метод (25)-(28), (34), (35) збігатиметься при деякому фіксованому n до розв'язку задачі (16)-(18), причому швидкість збіжності зростатиме із збільшенням n .

Як частковий випадок згаданого методу можна розглядати проекційний метод (коли $x_k(t) \equiv 0; k = 1, 2, \dots$). Для нього можна вказати достатні умови збіжності та оцінки похибок наближень.

Список використаних джерел:

1. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных / Ф.П. Васильев. – М.: Наука, 1980. – 518 с.
2. Понтрягин Л.С. Математическая теория оптимальных процессов / Л.С. Понтрягин и др. – М.: Наука, 1969.
3. Лучка А.Ю. Проекционно-итеративные методы. А.Ю. Лучка. – К.: Наук. думка, 1993, – 288 с.

The question of application of the projection-iterative method to some problems of the theory of control is investigated in this article.

Key words: projection-iterative method, optimal control, boundary value problem, integral equation.

УДК 372.853.83

Кух А.М. кандидат педагогічних наук, доцент
Кух О.М., Дінділевич Є.М.

ОСВІТНЬО-ІНФОРМАЦІЙНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ТА ЙОГО СТРУКТУРА

Проаналізовано підходи до розуміння сутності, структури, змісту та основних принципів побудови інформаційно-освітнього середовища на тлі розвитку світових інформаційних процесів.

Ключові слова: освіта, інформація, комунікація, освітній простір, інформаційно-освітнє середовище, навчання.

Особливістю системи сучасної освіти є присутність у ній домінуючого елементу – інформаційного середовища, що забезпечує використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі. Розвитку цього компонента в умовах становлення інформаційного суспільства в Україні приділяється виключна увага, оскільки від його адекватності безпосередньо залежать якість вітчизняної освіти, спроможність майбутніх фахівців органічно інтегруватися в соціокультурний простір, адаптуватися до вимог ринку праці.

Огляд наукових та психолого-педагогічних джерел свідчить, що освітнє середовище завершує низку організаційних форм навчання на інтеграційній основі, вбирає в себе досвід інноваційної педагогіки минулого століття. Перші згадки про доцільність створення універсального освітнього середовища трапляються ще у педагогів-класиків. Прихильником такого середовища був Ж.Ж. Руссо, який стверджував необхідність пошуку засобів зближення маси даних, описаних в різних книгах, до однієї загальної мети, яку легко було б бачити та прослідкувати. Його ідею розвивав видатний швейцарський педагог Й. Г. Песталоцці, який послідовно формував теорію про те, що зближення навчання і праці сприятиме розвитку природного прагнення до діяльності та творчості. Ідея поєднання трудової і навчальної діяльності одержала подальший поштовх у працях Дж. Дьюї. Він долає механістичний підхід Песталоцці щодо з'єднання праці і навчання та перетворює продуктивну працю на головний інтеграційний чинник, що визначає і спрямовує інтеграційний механізм, за допомогою якого проводиться систематична інтеграція різноманітних знань навколо історично і соціально значущих виробничих проблем. Розроблена Дьюї концепція трудової школи була експериментально апробована у 20-ті рр. ХХ ст. у Радянському Союзі. Радянська трудова школа (Н. Крупська, А. Луначарський, М. Покровський та ін.) була першим широкомасштабним практичним досвідом організації навчання на інтеграційній основі. Після деякої перерви ідея єдиного освітнього середовища й міжпредметної інтеграції з новою силою відроджується у 50–80-х рр. ХХ ст. у формі міжпредметних зв'язків. Спочатку до цієї проблеми підходили як до питання зміцнення зв'язків між предметними і професійно-технічними знаннями (П. Атутов, С. Батишев, О. Федоров та ін.), потім – як до завдання встановлення і розвитку змістовних, системних, дидактичних зв'язків між навчальними дисциплінами (І. Зверев, В. Максимова, М. Левіна та ін.). Важливим моментом у розвитку інтеграційних процесів в освіті стало введення в педагогіку на початку 80-х рр. ХХ ст. поняття інтеграції та інтегрованого навчального курсу (І. Зверев, В. Максимова). У 80–90-ті рр. поняття міжпредметних зв'язків поступово витісняється новим терміном – «інтегровані навчальні курси», який концептуально обґрунтовується у працях В. Фоменка та його послідовників.

Отже, саме поняття інформаційно-освітнього середовища в даний час перебуває у стадії визначення. Існують багато різних точок зору на зв'язок цього поняття з терміном «освітній простір».

Метою статті є визначення сутності та основних принципів побудови освітнього-інформаційного середовища в закладах освіти.

Концепція інформаційного середовища вперше була запропонована Ю. Шрейдером [2], який слушно розглядав інформаційне середовище як активний додаток, що впливає на її учасників. До цього існували два підходи до аналізу інформаційного середовища: ресурсний та комунікаційний. З точки зору прихильників ресурсного підходу, аби зафіксувати інформацію, треба зберегти її на носіях різного вигляду, навчитися шукати і передавати інформацію за можливістю оперативно, повно і точно. Ресурсна концепція була заснована на уявленні про інформаційне середовище перш за все як про технічну систему, що дозволяє зберігати інформацію, яка дає об'єктивне знання про світ, достатньо ефективно вилучати це знання і надавати його користувачам інформаційного середовища. На противагу комунікаційна концепція розглядала інформаційне середовище і компоненти інформаційної системи, що входять у неї, як засіб передавання знань і взагалі обміну повідомленнями різного статусу, тобто як засіб, що дає змогу здійснювати соціокультурні функції. У 1963 р. Ю. Шрейдер розробив семантичний підхід до феномену інформації і механізм визначення міри семантичної інформації як заходи зміни тезаурусу особистості під впливом інформації, що поступила [1]. Він запропонував поняття *інформаційно-знаннєвого потенціалу*, включаючи в нього знання, накопичені в суспільстві; інформацію, доступну через інформаційне середовище; засоби передавання знань; засоби і кадри для оброблення, зберігання, пошуку та передавання інформації. Інформаційно-знаннєвий потенціал можна уявити як сукупність інтелектуальних здібностей (сукупну людську здатність розв'язувати виникаючі проблеми на основі накопичених знань, навиків та досвіду) та інформаційного потенціалу (здібності збирати, зберігати, шукати та передавати інформацію, що забезпечує суспільно необхідний рівень поінформованості всіх членів суспільства відповідно до виконуваних ними функцій).

Подальше вивчення інформаційного середовища відбувалося в найрізноманітніших аспектах, серед яких можна виділити три основних [3–5]:

інформаційне середовище як діяльність – людина є учасником комунікаційного процесу, у центр ставиться її здатність представити особисте знання в тій формі, в якій воно може бути передано, і, сприйнявши інформацію («чуже» знання), знову перетворити її на своє особисте знання;

інформаційне середовище як система форм комунікації, що історично склалися;

інформаційне середовище як інформаційна інфраструктура, створена суспільством для здійснення комунікативної діяльності в масштабах, що відповідають рівню розвитку цього суспільства (видавництва, бібліотеки, інформаційні центри, банки даних, засоби масової інформації і под.).

У той же час слід відокремлювати інформаційне середовище від інформаційного простору. Не покидаючи одного інформаційного простору, людина може переходити з одного інформаційного середовища в інше (при зміні професії, роду занять, захоплень, переході на новий ступінь навчання і т. д.). Одночасно індивід може перебувати у декількох різномірних інформаційних середовищах, які сприйматимуться як єдине ціле (наприклад, інформаційне середовище ВНЗ, інформаційне середовище віртуальної реальності і т. д.).

Характерною межею будь-якого інформаційного середовища є наявність інформації, проте саме по собі воно не гарантує ефективності перебування людини в цьому середовищі, оскільки в даному разі більше значення має наявність навичок роботи з інформацією, які необхідно виробляти в процесі навчання. За словами Ю. Шрейдера, «у книгах можна прочитати про багато що, але з них не можна одержати вміння читати. Інфосередовище може зберегти багато знань, але не може зберегти в собі вміння користуватися нею» [2]. Інформаційне середовище утворюється окремою групою людей, тоді як інформаційний простір створюється в результаті життєдіяльності всього людства і є достатньо консервативним відносно змін.

Останнім часом також усе частіше використовується термін «інтегроване інформаційне середовище», який визначає взаємодію/об'єднання окремих елементів системи (у цьому разі системи освіти) між собою з метою одержання нової якості, недосяжної за наявності окремих компонентів, за рахунок організації їх у систему [3]. *Освітній простір* розуміється як сукупність усіх навчальних закладів у системі освіти, пов'язаних певними відносинами і таких, що підкоряються одним законам. Ті, що навчаються, у цьому разі є винесеними за рамки освітнього простору.

Поняття «освітнє середовище» є вужчим. Його, як правило, визначають як функціонування конкретної освітньої установи, конкретне середовище навчального закладу, що є сукупністю матеріальних, просторово-матеріальних та соціальних чинників, а також міжособистісних відносин. Усі дані чинники є взаємопов'язаними, доповнюючими один одного і впливають на кожного суб'єкта освітнього середовища.

Освітнє середовище – це якісно новий історичний і логічний рівень організації освіти, що зберігає спадкоємність відносно як інноваційних форм організації навчального процесу, таких як трудова школа, міжпредметні

зв'язки, інтегровані курси, так і такої традиційної, класичної форми, як навчальний предмет. Освітнє середовище є конструктивною відповіддю на одне з основних питань сучасної філософії освіти – про зв'язок освіти, науки та культури [4; 5].

В аспекті цієї проблеми можна виділити три найбільш значущих напрями у вітчизняній педагогіці [6–8]:

розуміння освіти як культуротворчого середовища, малої культури, культурного мікрокосму. Одне з основних завдань педагогічного мислення, орієнтованого на культуру, – пошук ціннісно-гносеологічних засад вищої освіти;

перехід від знанневої до особистісно розвиваючої, особистісно орієнтованої парадигми;

значне підвищення загальної методологічної культури педагогіки, диференціація емпіричного і теоретичного мислення, можливість проведення науково-педагогічних досліджень на теоретичному рівні.

Усі три напрями характеризують новий етап розвитку педагогічної думки. Вони докорінним чином змінюють уявлення про освіту як процесу оволодіння знаннями, вміннями, навичками вони пропонують ширший погляд на освіту як на становлення людини, особистості, набуття свого людського образу, неповторної індивідуальності, духовності, творчого потенціалу. Вони розвивають і збагачують педагогічну культуру нового часу, здійснюють істотний внесок в історичний розвиток парадигмальної основи гуманістичної педагогіки.

Отже, освітньо-інформаційне середовище – це сукупність компонентів, які забезпечують інтерактивну взаємодію соціально-культурного розвитку особистості в межах освітньої системи навчального закладу або окремої дисципліни.

Говорячи про освітній простір і освітнє середовище, важливо відзначити зв'язок цих понять з концепцією гуманітаризації освіти, яка виявляється в таких властивостях освітнього середовища [9–11]:

цілісність, що визначається через стратегію освіти, яка узгоджується з логікою процесу пізнання:

загальною логікою побудови освітнього процесу в навчальному закладі, що припускає наявність орієнтаційного етапу, етапу формування науково обґрунтованої системи знань, етапу інтеграції-узагальнення і, нарешті, одержання нового цілісного знання;

логікою конструювання освітніх програм, яка полягає у відході від фрагментарності представлення знань, розкиданих по безлічі окремих навчальних курсів, і переході до модулів і блоків дисциплін, об'єднаних

загальною ідеєю, спрямованою на розкриття перш за все гуманітарної специфіки галузі знань, що вивчається;

логікою вивчення конкретного змісту, який спочатку розглядається як ціле, потім розбивається на складові і в результаті знову інтегрується у новий зміст;

інтегративність, яка визначається синтезуванням міжпредметних знань, організацією цілісного освітнього простору, що забезпечує продуктивний і вільний розвиток особистості;

багатоаспектність, що припускає розуміння і вивчення явища з різних точок зору. Ця властивість певною мірою є опозиційною властивості інтегративності, але разом з тим доповнює і зумовлює її; універсальність, яка полягає у тому, що студенту надаються універсальні способи дій з добування і перероблення нового знання, вирішення невідомих завдань і т. д. Саме універсальний, фундаментальний характер освіти дозволяє виявляти найважливіші закономірності явищ і процесів дійсності, описаних у класичних і новітніх наукових теоріях;

надмірність (перенасиченість), яка дає змогу тим, що навчаються, самостійно обирати зміст і способи одержання освіти відповідно до своїх потреб і цілей. Така надмірність освітнього середовища порівняно з технократичним створює умови для здійснення варіативного, особистісно орієнтованого освітнього процесу, що має яскраво виражений гуманітарний характер. Проте надмірність освітнього середовища припускає наявність системи чинників або умов, безпосередньо пов'язаних із процесом навчання (мається на увазі те загальне середовище, до якого відносять традиції, морально-емоційний клімат, атмосферу доброзичливості і взаємної відповідальності, загальні справи, імідж освітньої установи). Сюди ж включають і ту поза навчальну діяльність (участь у роботі творчих центрів, творчих колективів, клубів по інтересах), яка часто слугує певним стрижнем особистісного та професійного розвитку;

відкритість освітнього середовища, яка припускає можливість його розширення залежно від особистих освітніх потреб студентів;

лінгвістична орієнтація – мова як об'єднуюче поле всього освітнього середовища в процесі трансляції знань.

Наведені властивості дозволяють виділити такі принципи, на основі яких має будуватися модель освітнього середовища:

1) принцип цілісності моделі. Цей принцип особливо важливий при обранні загального підходу до формування освітнього середовища навчального закладу як цілісного явища, підпорядкованого завданню створення умов для цілісного сприйняття студентами навколишнього світу;

2) принцип багатоаспектності. Передбачається, що кожен компонент моделі освітнього середовища містить достатньо широкий спектр інформації, який повинен створити у студента повне уявлення про можливі різні підходи до розгляду як освітнього процесу в цілому, так і змісту освітніх галузей, що вивчаються;

3) принцип надмірності. Згідно з цим принципом передбачається, що в будь-якому компоненті моделі освітнього середовища закладена свідомо надмірна інформація, яка використовується при моделюванні реальних ситуацій, з якими студенти зіткнуться на практиці. Таким чином, створюються передумови для обрання студентами інформації, необхідної їм для вирішення поставленого завдання;

4) принцип максимального обхвату. Відповідно до цього принципу освітнє середовище формується в достатньо широкій сфері, що охоплює не тільки власне освітні інтереси, безпосередньо пов'язані з процесом навчання, а й ширші інтереси, що виходять за межі безпосередньо навчальної діяльності (організована поза навчальна діяльність, участь у ритуалах, прийнятих в університеті, збереження традицій тощо);

5) принцип полімовності. Цей принцип припускає наявність мовного середовища, яке має розглядатися не тільки як загальнокультурне тло, а й як інструмент пізнання навколишнього світу або його окремих сторін.

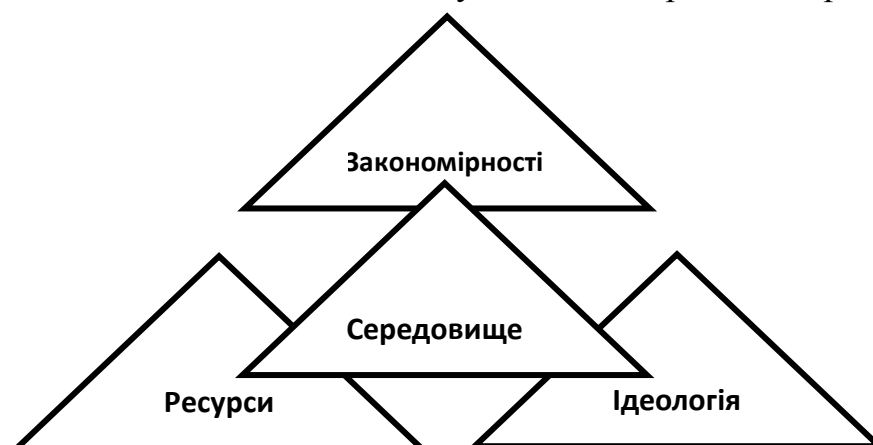


Рис. 1. Компоненти освітньо-інформаційного середовища

Таким чином, компонентами такої моделі освітньо-інформаційного середовища є закономірності (реалізація принципів його формування), матеріально-технічні і людські ресурси, ідейно-технологічне забезпечення, яке дозволяє реалізовувати освітню (навчальну) технологію (рис. 1)

У рамках побудованої моделі освітнє інформаційне середовище має виконувати такі основні функції [7– 13]:

соціалізації користувачів середовища – інтеграції, зумовлену властивостями цілісності і універсальності освітнього середовища за допомогою засобів інформаційно-комунікаційних технологій, забезпечувати обмін інформацією, даними, враженнями, думками.

установчу, яка забезпечує фундаменталізацію інформаційних ресурсів з виробленню установки на розв'язання поточних задач освіти і навчання, усвідомлення мети, професійної спрямованості;

прогнозуючу, яка пов'язана з властивостями багатоаспектності та надмірності і полягає в представленні надмірної широкої системи різноманітної інформації, що весь час розширюється, і давати відповідь про прогнозовані результати взаємодії (засоби пошуку інформацій, довідники, глосарії, енциклопедії, тощо);

конструктивну, пропонувати рекомендації для розв'язання задач, прийнятті рішень, виборі наступного кроку взаємодії;

проективну, формувати проекти

експериментальну, надавати можливість дослідної перевірки гіпотез.



Рис. 2. Функції освітньо-інформаційного середовища

Освітньо-інформаційне середовище має забезпечувати формування низки компетентностей, а саме

- комунікативна;
- творча;
- діяльнісна;
- цілепокладання;
- орієнтаційна (оод);
- інформатична (здатність);

- самоконтролююча (контролююча);
- розвитку інтересів;
- усвідомлення потреб;
- інформаційна (гносеологічна, знаннява);

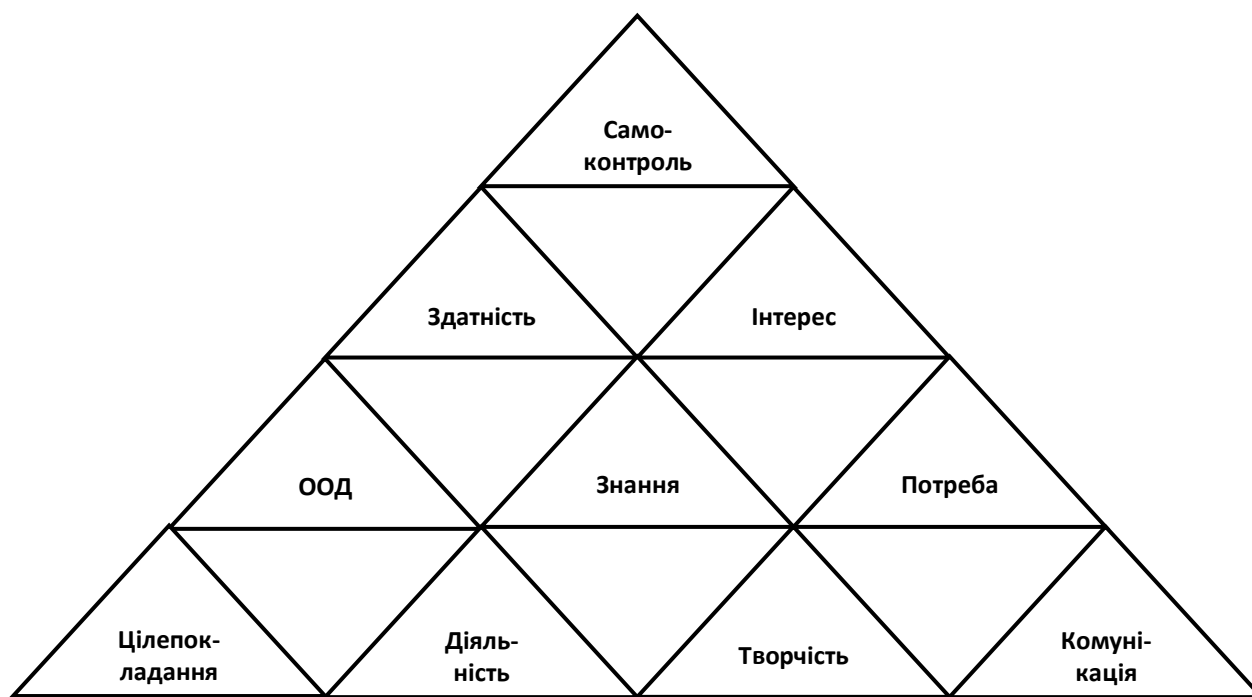


Рис. 3. Компетентності, які формуються в освітньо-інформаційному середовищі

Існують різні модифікації освітніх середовищ [9; 11; 12]:

віртуальні освітні середовища, під якими розуміють середовища, що сприяють творчому збагненню особистості, яка перебуває в процесі освітнього становлення, освоює як нові знання, так і нові виміри свободи (аксіологічний підхід);

інтегровані та розподілені освітні середовища. Згідно з цією моделлю розумовий процес здійснюється у системі як мінімум подвійного кодування: спочатку інформація оформляється в тексті за одними правилами, а потім перекодується і представляється вже в іншому (новому) тексті;

інформаційно-освітнє середовище, під яким розуміється системно організована сукупність засобів передавання даних, інформаційних ресурсів, протоколів взаємодії, апаратно-програмного та організаційно-методичного забезпечення, орієнтована на задоволення освітніх потреб користувачів. У вузькому значенні під інформаційно-освітнім середовищем розуміють певним чином пов'язані між собою освітні установи, які перебувають в умовах інформаційного обміну, що організовується спеціальними програмними засобами.

Головною метою створення інформаційно-освітнього середовища системи освіти є максимальне задоволення освітніх потреб майбутніх фахівців за найширшим діапазоном рівнів освіти, навчальних закладів та інформаційно-освітніх ресурсів незалежно від місцезнаходження ресурсу, як навчального, так і освітнього взагалі, або послуги, якої вони потребують, з використанням найсучасніших інформаційних і телекомунікаційних технологій. У державному масштабі інформаційно-освітнє середовище системи освіти в цілому має об'єднувати інформаційно-освітні середовища різних регіонів країни. Об'єднання регіональних сегментів між собою будується на підставі взаємних договорів про співпрацю на рівноправній основі.

Створюване таким чином середовище є розподіленим і повинне мати єдині засоби навігації, що забезпечує користувачу можливість швидко і простими засобами знайти:

навчальний заклад незалежно від місця розташування і рівня підготовки фахівців;

перелік навчальних закладів, що забезпечують одержання освіти за конкретною спеціальністю через їх віртуальні представництва;

будь-який інформаційний ресурс, зареєстрований у середовищі, незалежно від місця його фізичного знаходження.

Висновки. Інформаційно-освітнє середовище покликане забезпечити особистісно орієнтовану спрямованість навчання; інтерактивний доступ до інформації і відповідність її науковим та професійним вимогам; розвиток інтелектуальних і творчих здібностей індивіда; підвищення прагнення особистості самостійної навчальної діяльності, обміну знаннями і співпраці; регулювання мотивації діяльності студентів за допомогою сучасних психолого-педагогічних засобів і можливостей технології мультимедіа; скорочення до мінімуму обмежень користувача в його діях та можливостях.

Список використаних джерел:

1. Дзьобань О. П. Інформаційно-освітнє середовище: до проблеми концептуалізації феномену [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://dspace.nulau.edu.ua/bitstream/123456789/5314/1/Dzeban_3.pdf
2. Кремень В. Г. Філософія людиноцентризму в освітньому просторі : монографія / В. Г. Кремень. – 2-ге вид. – К. : Т-во «Знання України», 2010. – 520 с.
3. Коротяєв Б. І. Освітній простір: очікування та виклики часу й життя : монографія / Б. І. Коротяєв, В. С. Курило. – Луганськ : ЛНУ ім. Т. Шевченка, 2009. – 308 с.

4. Франчук Т. Й. Цілісний освітній простір: педагогічні основи його формування : монографія / Т. Й. Франчук. – Кам'янець-Подільський, 2009. – 244 с.
5. Полякова Л. П. Державне управління інформаційно-освітнім середовищем інноваційних університетських комплексів : монографія / Л. П. Полякова ; під заг. ред. О. С. Поважного. – Донецьк : Ноулідж, Донец. від-ня, 2010. – 350 с.
6. Беланова Р. А. Гуманізація та гуманітаризація освіти в класичних університетах (Україна – США) / Р. А. Беланова. – К. : Центр практ. філософії, 2001. – 216 с.
7. Вища освіта в Україні: реалії, тенденції, перспективи розвитку : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 17–18 квіт. 1996 р. / АПН України ; Ін-т педагогіки і психології профес. освіти та ін. ; В. П. Андрущенко (ред.). – К., 1996. – Ч. 3–4 : Гуманітаризація вищої освіти як засіб гуманізації ; Інноваційні технології в навчально-виховному процесі вузу. – 140 с.
8. Проектування освітніх середовищ як методична проблема : Всеукр. наук.-практ. конф. (16–19 верес. 2008 р., м. Херсон) : тези доп. / Херсон. держ. ун-т ; В. Л. Федяєва (редкол.), В. Д. Шарко (уклад.). – Херсон : ХДУ, 2008. – 232 с.
9. Приходченко К. І. Творче освітньо-виховне середовище загальноосвітнього закладу гуманітарного профілю / К. І. Приходченко. – Донецьк : Донеччина, 2007. – 640 с.
10. Білощицький А. О. Методи та моделі комплексного інформаційно-освітнього середовища в умовах розвитку вищого навчального закладу : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / А. О. Білощицький. – К., 2007. – 20 с.
11. Слоква М. Г. Формування інформаційної бази управління організаціями вищої освіти на підставі сегментації зовнішнього середовища : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.06.01 / М. Г. Слоква. – Луганськ, 2004. – 18 с.
12. Костюкевич Д.Я., Кух А.М. Методичні засади організації сучасного освітнього середовища з фізики в загальноосвітніх навчальних закладах. Монографія – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О.А., 2006. – 228 с.

The approaches to understanding the essence, structure, content and basic principles of construction of the informational and educational environment against the backdrop of the development of world information processes are analyzed.

Key words: education, information, communication, educational space, informational and educational environment, training.

УДК 372.853.53

Кучер Д.Л.,
Кух А.М., кандидат педагогічних наук, доцент

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ В ПРАКТИЦІ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ З ФІЗИКИ В КОЛЕДЖАХ

Розглядаються принципи змішаного навчання фізики в коледжах. Здійснено аналіз основних моделей змішаного навчання.

Ключові слова: *змішане навчання, фізика, коледж, модель.*

Одним з актуальних напрямків реформування освіти є системна інтеграція інформаційних технологій в освітній процес навчальних закладів. На сучасному етапі навчання фізики в коледжах поряд із традиційним очним навчанням досить актуальним є запровадження дистанційних форм навчальної взаємодії в умовах комп'ютерно-орієнтованого освітнього середовища. Перед сучасним викладачем фізики в коледжі постає декілька проблем:

мотивація студентів до вивчення фізики;

відсутність активної позиції студента (студенти звикають до пасивної ролі на уроці, де викладач відіграє провідну роль);

необхідність формування у студентів предметних компетентностей в умовах сучасного застосування інформаційних технологій.

Традиційні форми навчання виявляються недостатніми для вирішення поставлених завдань. У зв'язку з цим виникає необхідність пошуку інноваційних технологій і форм навчання. До таких технологій можна віднести і змішане навчання (blended learning).

Аналіз досліджень показує, що впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний процес з фізики досліджувалися багатьма науковцями О. Бугайов, С. Величко, Є. Коршак, М. Головка, В. Заболотний, Ю. Жук, О. Ляшенко, Н. Сосницька, М. Шут та інші; проблеми теорії та практики дистанційного навчання вивчали А. Аханян, С. Нестеренко, В. Кухаренко, О. Рибалко, Є. Полат. Питаннями створення і впровадження комп'ютерно-орієнтованого навчального середовища вивчали В. Биков, М. Жалдак, Т. Крамаренко, Н. Морзе, С. Семеріков та ін. Питання змішаного навчання частково розкриваються в працях А.С. Фоміної, С.І. Терещука, В.Л. Бузько та ін.

Так А.С. Фоміна вказує, що в системі змішаного навчання як сукупності елементів, об'єднаних для виконання певних функцій освітнього процесу, на перший план виходять наступні аспекти: інституціональний; технологічний (в тому числі в аспекті управління); навчально-методичний. С.І. Терещук розглядає змішане навчання як інтеграцію формального і неформального навчання на робочому місці. В.Л. Бузько вказує на комплекс засобів змішаного навчання на базі комп'ютерно-орієнтованого середовища.

Дослідження зарубіжних вчених Bonk і Graham (2006) характеризують змішане навчання як поєднання навчання «віч-на-віч» (face-to-face instruction) і за допомогою комп'ютера (computer-mediated instruction). Вони виокремлюють три етапи змішаного навчання: самостійне вивчення матеріалу, традиційний урок з інтерактивними вправами, продовження інтерактивного навчання і підтримки на робочому місці. У зарубіжній практиці виділяють шість моделей змішаного навчання:

«Faceto-Face Driver» Під час реалізації даної моделі основна частина навчальної програми вивчається у процесі традиційного уроку при безпосередній взаємодії з викладачем, а електронне навчання використовується як доповнення до основної програми (найчастіше робота з електронними ресурсами організовується протягом навчального заняття).

«Rotation» Навчальний час розподілено між індивідуальним електронним навчанням і навчанням у процесі традиційного уроку разом з викладачем, який може також здійснювати дистанційну підтримку при електронному навчанні.

«Flex» Більша частина навчальної програми освоюється в умовах електронного навчання, а вчитель супроводжує студентів дистанційно, для відпрацювання складних питань, організовує очні консультації з нечисленними групами або індивідуально.

«Online Lab» Навчальна програма освоюється в умовах електронного навчання, яке організоване в аудиторіях, оснащених комп'ютерною технікою (наприклад, кабінет інформатики), і супроводжується викладачем (у поєднанні з навчанням у традиційній формі).

«Selfblend» Студенти самостійно обирають додаткові до основної освіти курси, що проводяться різними освітніми установами.

«Online Driver» Передбачає освоєння більшої частини навчальної програми за допомогою електронних ресурсів інформаційно-освітнього середовища; очні зустрічі з викладачем носять періодичний характер (обов'язковими є консультації, співбесіди, іспити).

Організація змішаного навчання підпадає під дію концепції комп'ютерно-орієнтованого середовища навчання фізики, яке розкривається наступними методичними положеннями:

1. Комп'ютерно-орієнтоване середовище навчання фізики в коледжі розглядається як процес забезпечення якісної сфери фізичної освіти теорією і практикою, а також розробки та використання сучасних комп'ютерних засобів і технологій, орієнтованих на пізнання природи та реалізацію цілей навчання, виховання і розвитку студентів.

2. Комп'ютерно-орієнтоване середовище навчання фізики реалізується на основі наступних методологічних підходів до навчання: інформаційного, інтегративного, оптимізаційного, діяльнісного, особистісно-орієнтованого.

3. Інформаційний підхід як засіб введення в сучасний фізико-освітній процес комп'ютерного навчання забезпечується реалізацією на практиці теоретичної моделі комп'ютерного навчання фізики. Найважливішими функціями інформаційного підходу в навчанні фізики є: методологічна, конструктивно-моделююча, формуюча.

4. Структура комп'ютерного-орієнтованого середовища навчання фізики є: цілі навчання, предметно-фізичний, предметно-інформаційний та інформаційно-навчальний блоки змісту навчання, етапи процесу навчання, організаційно-методичний комплекс, суб'єкти освітньої діяльності, новоутворення у властивостях особистості, як результат комп'ютерно-орієнтованого середовища навчання фізики.

5. Специфіка комп'ютерного-орієнтованого середовища навчання фізики обумовлена реалізацією принципів інформатизації, комп'ютеризації, інтеграції, технологізації, диференціації, безперервності, гуманізації та індивідуалізації у процесі фізичної освіти студентів коледжів

6. Вивчення фізики в коледжі може здійснюватися ефективно на основі науково-обґрунтованої інтеграції різних засобів навчання, в тому числі комп'ютерної техніки.

7. Ефективність фізичної освіти студентів на основі комп'ютерно-орієнтованого середовища встановлюється критеріями, показниками і параметрами, що визначають повноту, системність, спрямованість, інтегративний характер знань і умінь, досвіду творчої діяльності, формування елементів фізико-інформаційної культури за допомогою комплексної методики оцінки результатів комп'ютерного-орієнтованого середовища навчання фізики.

Тим часом, підготовка молодших фахівців в коледжах на сучасному етапі має ряд недоліків, що вимагають оцінки, як в масштабах регіону, так і країни в цілому:

- не розробленість цільових домінант системи загальної освіти в коледжах;

- недостатність теоретичного обґрунтування змісту освіти кваліфікації "молодший спеціаліст";

- недостатність розробки дидактичних процесів, що лежать в основі якісної підготовки молодшого фахівця (якість управління, якість педагогічних кадрів, якість програм і підручників, особисті якості студентів як поєднання професійних здібностей і мотивації навчання);
- неопрацьованість критеріїв оцінки якості освітнього середовища з фізики, її індикаторів;
- недостатня систематизація форм і технологій навчання фізики, як проектування форм майбутньої професійної діяльності;
- недостатнє оснащення навчально-виховного процесу коледжів;
- невідповідність забезпечення матеріально-технічної бази лабораторій фізики.

Все вище перелічене переконує в існуванні *проблеми* — пошуку такого підходу до формування предметних знань з фізики у студентів коледжів, який забезпечив би їх трансформацію у відповідні компетентності.

Зазвичай навчальний процес при змішаному навчанні складається із фаз традиційного та електронного навчання, які чергуються. Найчастіше змішане навчання реалізується в таких етапах:

- підготовчий етап (Prepare Me): e-mail, інформаційні листи, організаційні зустрічі, ввідні інструктажі, короткий огляд курсу, відеоматеріали, огляд технологій, інструктаж по засобам навігації.
- інформаційний етап (Tell Me): концептуальні презентації в аудиторії; лекції та семінари в аудиторії тощо.
- демонстраційний етап (Show Me): демонстрація реальних та імітаційних систем; віртуальні семінари та ін.
- практичний етап (Let Me): експерименти; емпіричний пошук рішень за допомогою імітаційних систем; практичні навчання по теорії задач в аудиторії, які напередодні досліджені експериментально.
- виконання практичних завдань, виконання роботи (Help Me): постійний доступ до порталу, допомога під час вивчення окремих питань, FAQ, on-line help, методичні рекомендації, підтримка тьютором об'єктів навчання, зокрема на мобільних пристроях.

На нашу думку, у процесі навчання фізики найбільш оптимальним є моделі, які реалізують поєднання традиційного і дистанційного навчання: перевернутий клас (Flipped Classroom), зміна робочих зон (Station rotation), автономна група (Lab Rotation). Моделі змішаного навчання «Self-blend», «Online Driver» і «Flex» реалізуються, в основному, за рахунок дистанційного навчання, тому їх використання для реалізації навчального процесу з фізики у коледжах вимагає додаткових ресурсів.

Список використаних джерел:

1. Фомина А.С. Смешанное обучение в вузе: институциональный, организационно-технологический и педагогический аспекты [Электронный ресурс] // URL: http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv_zhurnala/2014/21/pedagogics/fomina.pdf
2. Фещенко А.В. Социальные сети в образовании: анализ опыта и перспективы развития [Электронный ресурс] // Открытое и дистанционное образование. 2011. № 3. С. 44-50. URL: <http://huminf.tsu.ru/jurnal/files/vol7/feschenko.pdf> (дата обращения: 20.08.2015).
3. Бузько В.Л. Дистанційна освіта в загальноосвітній школі 8. у процесі вивчення природничо-математичних дисциплін / В.Л. Бузько, С.П. Величко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2014. – Вип. 20: Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технічного профілю. – С.68-70. – (Index Copernicus International).
4. Гриб'юк О.О. Психолого-педагогічні вимоги до комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики в контексті підвищення якості освіти / О.О. Гриб'юк // Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди» – Додаток 1 до Вип. 31, том IV (46): Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». – К. : Гнозис, 2013. – С.110-123.
5. Кухаренко В.М. Системний підхід до змішаного навчання 11. [Електронний ресурс] / В.М. Кухаренко // Інформаційні технології http://ite.kspu.edu/Issue_24/p-53-67
6. Фізика. 7-11 класи : навчальні програми, методичні рекомендації щодо організації навчально-виховного процесу в 2016-2017 навчальному році з коментарем провідних фахівців. – Х. : Ранок, 2016. – 160 с.
7. Bonk C. Handbook of blended learning: Global perspectives, lo-13. cal designs / Bonk C., Graham C. // SanFrancisco, CA: Pfeiffer Publishing, 2005. Staker, H & Horn, M.B. Classifying K-12 Blended Learning
8. Meyer, K. A. (2016). Student Engagement in Online Learning: What Works and Why. ASHE Higher Education Report. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aehe.20018/full>
9. Moebs, S. & Weibelzahl, S. (2006). Towards a good mix in blended learning for small and medium sized enterprises – Outline of a Delphi Study. Proceedings of the Workshop on Blended Learning and SMEs held in conjunction with the 1st European Conference on Technology Enhancing Learning Crete, Greece, pp. 1-6.

10. Болілий В. О. Інформаційний освітній простір кіровоградського державного педагогічного університету / В. О. Болілий, В. В. Копотій // Наукові записки. – Випуск 10. – Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 3. / За заг. ред. М. І. Садового. – Кропивницький: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. – С. 107-112.

11. Коротун О. В. Методологічні засади змішаного навчання в умовах вищої освіти // Інформаційні технології в освіті № 3 (28) – 2016. – С. 117-129.

The principles of mixed teaching of physics in colleges are considered. The analysis of the basic models of mixed learning is carried out.

Key words: *mixed learning, physics, college, model.*

УДК 616-084: 37

Мендерецький В. В., доктор педагогічних наук, професор
Недільська У.І., кандидат сільськогосподарських наук, доцент

ВИМОГИ ЕРГОНОМІКИ ДО СУЧАСНИХ УМОВ ПРАЦІ

У статті викладені організаційні та технічні вимоги до організації трудової діяльності людини. Звернуто увагу на аналіз психофізіологічного стану людини, на вивчення різноманітних проявів психіки у трудовій діяльності, на вплив роботи на психіку, на виявлення відповідності організації процесів праці психічним і психофізіологічним особливостям людини. Наведені вимоги до гігієни праці та виробничої санітарії.

Ключові слова: *ергономіка, діяльність, праця, безпека, небезпека, практична підготовка, психофізіологічні характеристики праці, гігієна праці, виробнича санітарія.*

Зростання складності, масштабності і потенційної небезпеки створюваних технічних об'єктів різко загострюють проблему забезпечення надійності і безпеки при керуванні ними. Великомасштабні аварії та катастрофи, що відбулися за останні роки в різних країнах показали, що техніка є складним і суперечливим соціальним і природним феноменом. З одного боку, вона створюється заради людини і покликана вирішувати завдання розвитку суспільства. А з іншого боку, вона ж незалежно від планів людей, що її створюють і використовують, може нанести непоправну шкоду природі і суспільству.

Основним, а часто і вирішальним компонентом керування сучасною технікою є діяльність людини, характер якої значно змінюється внаслідок

інтенсивного розвитку засобів автоматизації. Це призводить до істотних змін характеру ергономічних вимог при її проектуванні. Так, якщо раніше основний акцент робився на удосконаленні засобів індикації й органів керування, то в даний час на перший план виходять проблеми, які пов'язані з автоматизацією.

Праця — процес використання фізичних та інтелектуальних здібностей працівників з метою створення матеріальних і духовних благ. Продуктивність цього процесу визначається вмінням знаходити ці здібності й використовувати їх на практиці з застосуванням великого арсеналу засобів, наявних у різних науках. Особливе місце серед яких займають охорона праці, безпека життєдіяльності, фізіологія, психологія праці та ергономіка.

Ергономіка (від грецького *ergon* - робота, *nomos* - закон), комплексна прикладна галузь науки, що займається вивченням людини у виробничому середовищі і проектуванням механізмів, виробів і робочих місць, найбільш зручних для працівника. Основними завдання ергономіки є вивчення умов праці, виявлення конструктивних недоліків виробничого обладнання, оцінка організації робочих місць з точки зору забезпечення нормальної робочої зони, допустимих швидкостей, траєкторій, кількості рухів і зусиль, необхідних для обслуговування виробничого обладнання та вивчення інформаційної взаємодії оператора й машини.

У процесі трудової діяльності, виконуючи корисну роботу, продуктивно використовуються можливості мозку, м'язів, органів чуття, нервової системи людини. Таким чином, усяка праця має біологічну основу (фізіологічну і психологічну), в її основі лежать психологічні і фізіологічні процеси. Розроблені рекомендації науковців дозволяють в умовах конкретних установ розробити і реалізувати практичні заходи, щодо підвищення працездатності людини, зниження стомлюваності і у кінцевому рахунку, ведуть до поліпшення економічних показників.

Основоположниками наукових розробок у цьому напрямку є І.М.Сеченов, І.П.Павлов, Н.С.Введенський, А.А.Ухтомський, П.К.Анохін. Зокрема, така наука як ергономіка вивчає закономірності психофізіологічної діяльності людини у праці з урахуванням суспільно-історичних і конкретно-виробничих умов, а також індивідуальних особливостей особистості працівника. Величезне значення має визначення професійно важливих ознак, що удосконалюються в процесі навчання даній діяльності. Для цього потрібний ретельний психофізіологічний аналіз трудової діяльності, в арсеналі якого можуть бути різні методи. Професійно важливі ознаки криються в особливостях сенсорної, розумової, рухової діяльності. Аналізуються увага, пам'ять, емоційно-вольова сфера й особливості особистості працівника.

Науково-технічний прогрес, автоматизація ставляють підвищені вимоги до мислення в трудовій діяльності. В даний час дуже складно провести чітку

границю між розумовою і фізичною працею. Як би грамотно не були обстежені умови праці співробітника, врахувати вимоги до реакції працівника на ту чи іншу ситуацію, до швидкості розумових процесів важко. Не можна врахувати також вимог до настрою працівника, у той час як є роботи, пов'язані з тим, що найменша помилка може призвести до катастрофи. Усе це говорить про необхідність глибокого психофізіологічного аналізу трудової діяльності.

Особлива роль у процесі праці належить професійно важливим емоціям, що поділяються на дві підгрупи. Перша з них – це емоції, що виникають у процесі взаємин людей у колективі. Під їхнім впливом формується соціально-психологічний клімат, стан згуртованості, взаєморозуміння, злагодженості в роботі. Для формування позитивних емоцій від взаємин у колективі необхідно значну увагу приділяти правильному підбору кадрів, у тому числі і керівників колективу. Оскільки суб'єктами відносин є особистості та їхні психофізіологічні особливості, а також соціальні якості (виховання, колишня діяльність, спілкування), які складають основу підбору кадрів. Серед психологічних характеристик важлива роль належить вродженим особливостям, насамперед типу нервової системи. У світовій практиці використовується досить великий арсенал інструментів для підбору кадрів: тести, співбесіди, дослідження психофізіологічних характеристик за допомогою приладів, аналіз «сценарію трудового життя» і т.д.

Друга підгрупа – це емоції, що виникають у процесі самої роботи. Насамперед, це відноситься до професій, у яких можуть виникати аварійні ситуації (льотчики, деякі види операторської праці). Емоційно неврівноважені люди в цих професіях працювати не повинні, тому що тут головна професійна ознака – це стійкість емоційно-вольової сфери. Хоча інтерес до професії, почуття відповідальності деякою мірою можуть згладжувати емоційну нестійкість, але це буде вимагати великої напруги і призведе до раннього стомлення, а отже, появи загрози аварійної ситуації. Деякі професії висувають інші вимоги до професій: товариськість, замкнутість, організованість і т.д. Для виявлення особистісних особливостей використовують порівняльний аналіз працівників, що виконують ту саму роботу.

На трудову діяльність впливають різноманітні фактори соціально-психологічного і фізичного середовища, характер, організація й оцінка роботи, а також мотиви, інтереси, потреби, знання, уміння і стани людини. Тут переплітаються біологічні, психологічні, соціальні й економічні фактори трудової діяльності, що впливають на працездатність людини і на продуктивність її праці, причому вплив цих факторів має двоїстий характер: вони можуть чи підвищувати, чи знижувати працездатність.

Працездатність – це здатність людини підтримувати необхідний рівень роботи протягом більш-менш тривалого часу при високих якісних показниках праці. Протягом робочого дня під впливом вищезгаданих факторів відбуваються її коливання. Зниження працездатності спостерігається як наслідок настання стомлення.

Стомлення – це психофізіологічне явище, яке суб'єктивно сприймається людиною як втома. Іноді почуття втоми настає дуже рано. Звичайно це є наслідком незадоволеності тими чи іншими сторонами виробничого середовища. Почуття втоми в цих випадках не підтверджується об'єктивними показниками, тобто ознаками стомлення. Якщо робота не подобається, якщо людина не задоволена організацією праці, взаєминами з людьми в колективі, то передчасно настає стомлення, а іноді і перевтома. Стомлення можна зняти, організувавши раціональні режими праці і відпочинку. Це створює умови для відновлення працездатності, у результаті чого можна досягти оптимальної продуктивності праці. Раціональні режими праці і відпочинку передбачають оптимізацію кількості і тривалості перерв на відпочинок протягом зміни, їхній зміст і чергування з періодами роботи. Організацією цих режимів займаються фахівці з організації праці, психологи і фізіологи.

В умовах науково-технічного прогресу поряд зі скороченням питомої ваги важкої фізичної і монотонної праці відбувається професійне удосконалювання працівника, інтелектуалізується праця. Але поряд з цим будь-яка техніка є і джерелом високої небезпеки для людини. Підвищилася відповідальність людини за помилки в праці, зросла ціна цих помилок. Незмірно виростила напруженість праці і вимоги до емоційної стійкості працівника. У зв'язку з цим усе більшого значення набуває врахування усіх факторів виробничого середовища при організації трудового процесу, об'єднання цих факторів у систему і розгляд цієї системи як єдиного цілого.

Важлива роль підвищення безпеки праці відіграють при цьому фахівці з безпеки й охорони праці, вони аналізують «небезпечні точки», при зіткненні з якими виникають небезпечні ситуації для людини з психофізіологічної точки зору. Вирішенню цих завдань сприяє розвиток ергономіки. Виникнення цієї науки пов'язано з впровадженням автоматизованих знарядь праці у виробництві і появою нового виду професійних працівників – операторів. Аналіз основоположних принципів ергономіки дозволяє зробити висновок про її тісний взаємозв'язок з охороною праці. Вчені засвідчують, що зв'язки між безпекою праці та ергономікою настільки переплетені, що між ними важко провести чітку межу. Роботи, які пов'язані з обома галузями знань, взаємно доповнюють одна одну з метою пристосування обладнання, машин і механізмів до природних можливостей людини.

Фізіологи і психологи на виробництві аналізують психофізіологічний стан людини в поєднанні з аналізом динаміки економічних показників, при цьому фізіологи особливого значення надають дослідженню функціонального стану центральної нервової системи, вивченню робочих рухів, подиху і газообміну, аналізу функціонального стану серцево-судинної системи. Психологи ж акцентують увагу й інтерес на психологічних аспектах, на вивченні різноманітних проявів психіки в трудовій діяльності, на вплив роботи на психіку, на виявлення відповідності організації процесів праці психічним і психофізіологічним особливостям людини й інших проявів особистісних психологічних факторів у праці. Для цього вони використовують спостереження, бесіди, вивчають психічні явища за допомогою іспитів і тестів, проводять різні експерименти безпосередньо в процесі праці.

Вивчення психофізіологічних факторів праці необхідне для вирішення великого кола завдань, у тому числі: удосконалення організації праці, побудови раціонального режиму праці і відпочинку, поліпшення умов праці на виробництві, організації професійного відбору і професійної орієнтації, прискорення адаптації працівників на виробництві, удосконалення стимулювання праці і підвищення трудової активності співробітників, вивчення і поліпшення соціально-психологічного клімату в колективі. У свою чергу, вирішення цих завдань дозволяє забезпечити конкурентоздатність фірми і її фінансове процвітання.

Важливим методологічним принципом ергономіки та охорони праці є принцип єдності організму і зовнішнього середовища, відповідно до якого зовнішній світ – це безпосереднє джерело впливу на організм. Результати цього впливу можуть бути різні як для працівника, так і для результатів праці. Внаслідок цього, завданням ергономіки та охорони праці є вивчення впливу на організм людини всіх сторін праці, а також розробка на цій основі практичних заходів, що підвищують працездатність людини і зниження впливу шкідливих факторів виробничого середовища. Іншим важливим принципом є принцип зрівноважування, відповідно до якого організм прагне установлювати визначені стосунки з зовнішнім середовищем для задоволення своїх потреб. Врахування значення цього принципу є важливим для вивчення впливу усіх факторів виробничого середовища на організм людини. При цьому важливий комплексний підхід до вивчення впливу цих факторів, серед яких: особливості предметів і засобів праці, включаючи умови праці, емоційний настрій колективу, тобто його соціально-психологічний клімат.

Зрозуміло, що організм людини функціонує нормально лише при наявності визначених умов, порушення яких є причиною стомлення, а іноді і розладу функціонального стану організму. Отже, рівень продуктивності праці

визначається різними факторами, серед яких – ступінь відповідності засобів праці фізіологічним і психологічним особливостям людини. На трудову діяльність впливають різноманітні фактори соціально-психологічного та фізичного середовища, характер, організація і оцінка роботи, а також мотиви, інтереси, потреби, знання, вміння і стан людини. Тут переплітаються біологічні, психологічні, соціальні та економічні чинники трудової діяльності, які впливають на працездатність людини і на продуктивність її праці, причому вплив цих факторів має двоїтий характер: вони можуть підвищувати або знижувати працездатність. Використання досягнень ергономіки дозволяє суттєво змінити зміст праці людини, полегшити і підвищити її продуктивність. У наш час застосування ергономічних принципів і рекомендацій є необхідним для створення нових і модернізації існуючих видів обладнання. У перспективі можна сподіватись, що ергономіка буде більшою мірою визначати зміст вимог до безпеки праці.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Основи охорони праці (практичний курс): навчальний посібник / П.С. Атаманчук, В.В. Мендерецький, О.П. Панчук, О.Г. Чорна. – Кам'янець-Подільський: К.: Центр учбової літератури, 2011. – 224 с.
2. Атаманчук П.С. Охорона праці в галузі: навчальний посібник / П.С.Атаманчук, В.В.Мендерецький, О.П.Панчук, Р.М.Білик. – К.: Центр учбової літератури, 2013. – 322 с.
3. Мендерецький В. В. Безпека праці при використанні інформаційно-телекомунікаційних технологій навчання / В. В. Мендерецький, У. І. Недільська / [редкол.: П.С. Атаманчук (голов. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський, 2017.
4. Мендерецький В.В. Значення інформаційно-телекомунікаційних технологій для розвитку освіти в Україні / В. В. Мендерецький, У.І. Недільська // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2016. – Вип. 22: «Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю». – С. 200-204.
5. Мендерецький В.В. Зміст навчань з безпеки життєдіяльності в освітніх закладах України / В.В. Мендерецький, У.І. Недільська. – Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки. – Випуск 5. – К-ПНУ імені І. Огієнка, 2012. – 147 с. – С. 54-59.
6. Мендерецький В.В. Значення навчання з безпеки життєдіяльності в освітній системі України / В.В. Мендерецький, У.І. Недільська. О.Г. Чорна. –

Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського нац. ун-ту ім. І. Огієнка. Серія педагогічна. – КПНУ імені Івана Огієнка, 2012. – Вип. 18: Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. – 254 с. – С. 215-217.

7. Мендерецький В.В. Навчання з аналізу ризику і управління безпекою / В.В. Мендерецький, У.І. Недільська. – Наукові праці Кам'янець-Подільського нац. університету імені І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка, 2013. – Вип. 12.

In the articles expounded general approaches, organizational and technical requirements to organization of labor activity of man. Displace attention on the analysis of the psychological and physiology state of man, on the study of various displays of psyche in labor activity, on influence of work on a psyche, on the exposure of accordance of organization of processes of labor to the psychical and psychological and physiology features of man. The brought requirements over to the occupational and productive sanitation health.

Key words: ergonomics, activity, labor, safety, danger, practical preparation, psychological and physiology descriptions of labor, occupational health and productive.

УДК 378:004

Мястковська М.О., кандидат педагогічних наук

ЗАВДАННЯ ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗНАТЬ З ІНФОРМАТИКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ

У статті показано практичні аспекти підвищення якості знань з інформатики, зокрема, використання ділової графіки в електронних таблицях, майбутніх учителів математики на прикладі використання задач професійного спрямування.

Ключові слова: майбутні учителі математики, задачі професійного спрямування, інформатика, електронні таблиці, ділова графіка.

Підготовка висококваліфікованого фахівця, здатного до мобільності та професіоналізації впродовж життя, є одним із пріоритетних заходів у системі освіти. Зокрема, це стосується і підготовки майбутніх учителів математики та інформатики. Стрімкий розвиток технологій та техніки сприяє посиленню міждисциплінарних зв'язків математики та інформатики.

У підготовці студентів спеціальності «Математика» навчальна дисципліна «Організація та обробка електронної інформації» є однією з фундаментальних складових. Найскладнішим для вивчення студентами є розділ «Електронні таблиці».

Аналіз останніх досліджень та власний досвід практичної роботи показали, що питанням використання прикладного програмного забезпечення для розв'язування обчислювальних задач прикладного змісту присвячено роботи Я.М. Глинського [1], Ю.О. Дорошенка [2], М.І. Жалдака [3], Ю.О. Жука, С.А. Ракова, С.О. Семерікова [4], І.Л. Семешука, І.О. Теплицького, Ю.С. Рамського та ін. Але залишається завжди актуальним висвітлення практичних аспектів підвищення якості знань з інформатики майбутніх учителів математики на прикладі реалізації завдань професійного спрямування в електронних таблицях MS Excel.

Метою статті є висвітлення практичних аспектів підвищення якості знань з інформатики майбутніх учителів математики на прикладі реалізації завдань професійного спрямування в електронних таблицях MS Excel, зокрема, ділової графіки.

У системі електронного навчання Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка Moodle [5] розміщено методичні рекомендації та завдання до кожної лабораторної роботи. Методичні рекомендації містять приклади виконання завдань. Наприклад, з теми «Ділова графіка. Побудова графіків функцій»:

Побудувати графік функції $y = \cos x + 2$, де $x \in [-2; 2]$, $\Delta x = 0,2$.

Хід виконання

За умовою необхідно протабулювати функцію $y = \cos x + 2$ з кроком 0,2 на проміжку $[-2; 2]$. Спочатку побудуємо таблицю значень аргументу (комірки A2:A22) та функції (комірки B2:B22).

- 1) У комірці A1 ввести назву стовпця аргументу — x .
- 2) У комірці A2 ввести початкове значення проміжку — число -2.
- 3) У комірці A3 ввести формулу: до попереднього значення додати крок 0,2. Тобто $=A2+0,1$.
- 4) Натиснути клавішу Enter.
- 5) Повернутися до комірки A3.
- 6) За допомогою маркера автозаповнення скопіювати формулу так, щоб отримати кінцеве значення аргументу — число 2.
- 7) У комірці B1 ввести назву стовпця функції — y .
- 8) У комірці B2 ввести формулу, яка відображає функцію $\cos x + 2$. Але в якості аргументу буде не конкретне число, а адреса комірки: $=\cos(A2)+2$.
- 9) Натиснути клавішу Enter.

10) Повернутися до комірки A2.

11) За допомогою маркера автозаповнення скопіювати формулу з комірки A2 так, щоб отримати значення функції для останнього аргументу. Отримаємо: Виділити діапазон комірок A1:B22.

12) Вибрати вкладку «Вставлення», команду «Точкова діаграма», «Точкова діаграма із гладкими лініями».

13) Отримано графік (рис. 2).

Якщо діаграму виділити, то активізується група контекстних вкладок «Знаряддя для діаграм», яка містить 3 вкладки. Елементи діаграми можна редагувати та форматувати. Наприклад, змінити назву діаграми.

	A	B
1	x	y
2	-2	1,583853
3	-1,8	1,772798
4	-1,6	1,9708
5	-1,4	2,169967
6	-1,2	2,362358
7	-1	2,540302
8	-0,8	2,696707
9	-0,6	2,825336
10	-0,4	2,921061
11	-0,2	2,980067
12	-2,8E-16	3
13	0,2	2,980067
14	0,4	2,921061
15	0,6	2,825336
16	0,8	2,696707
17	1	2,540302
18	1,2	2,362358
19	1,4	2,169967
20	1,6	1,9708
21	1,8	1,772798
22	2	1,583853

Рис. 1. Таблиця з даними x та y

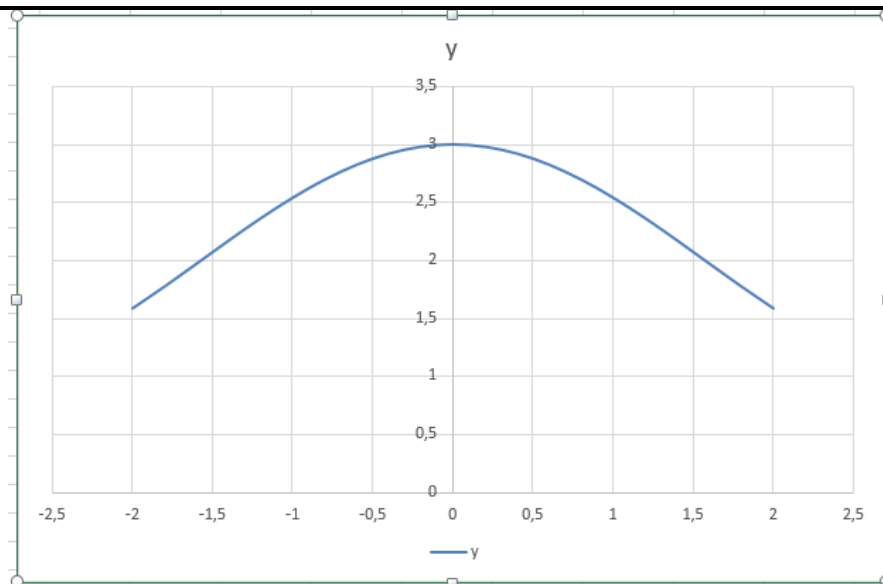


Рис. 2. Діаграма, яка відображає графік функції

Практичну складову реалізації завдань професійного спрямування з математики для майбутніх учителів математики ми реалізуємо під час викладання навчальної дисципліни «Організація та обробка електронної інформації». Навчальний курс складається з лекцій та лабораторних робіт, поділяється на два змістові модулі. Найскладнішим для вивчення студентами є другий модуль — «Електронні таблиці».

Наприклад, під час вивчення теми «Ділова графіка. Побудова графіків функцій» ми пропонуємо такі завдання [5]: «На довільному відрізку (в залежності від області визначення конкретної функції з метою найбільшої наочності відображення графіка) з кроком 0,2 протабулювати функцію (за варіантом). Побудувати графік даної функції.». Наприклад, для першого варіанту графік функції: $x \ln x - 0,5$. Студент повинен проаналізувати область визначення конкретної функції, визначити самостійно проміжок (значення на осі Ox) для побудови графіка функції з метою найбільшої наочності відображення. А це вимагає знань з математики.

Також студентам ми пропонуємо побудувати графік параметрично заданої функції. Наприклад, [5]:

Побудувати графік параметрично заданої функції $\begin{cases} x = \cos t \\ y = \sin t \end{cases}$, де $t \in [-\pi, \pi]$,

$\Delta t = 0,1$.

Хід виконання

- 1) Побудувати таблицю значень t , x , y подібно до попереднього прикладу. Вигляд таблиці значень t , x , y та формул на малюнку нижче (рис. 3).
- 2) Виділити діапазон комірок B1:C65.
- 3) Вибрати вкладку «Вставлення», команду «Точкова діаграма»,

«Точкова діаграма із гладкими лініями».

- 4) Змінити назву діаграми.
- 5) Отримано графік параметричної функції (рис. 3).

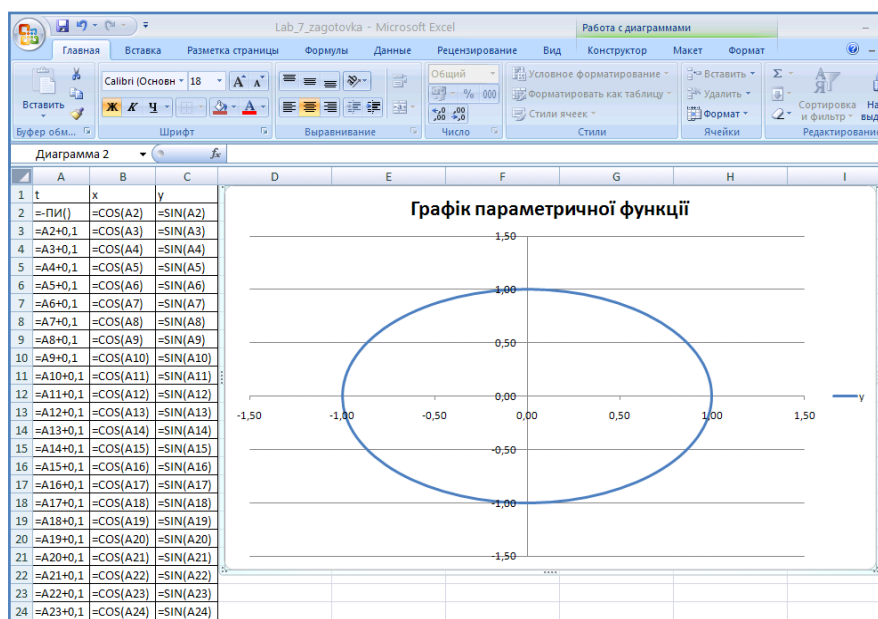


Рис. 3. Діаграма, яка відображає графік параметричної функції

Отже, результати практичної діяльності свідчать про те, що використання завдань професійного спрямування під час вивчення ділової графіки в електронних таблицях майбутніми учителями математики сприяє підвищенню якості їхніх знань з інформатики, зокрема, інформатичної культури, а також сприяє поглибленню знань з математики. Фахівці з таким рівнем підготовки є та будуть конкурентоспроможними, тому залишаються актуальними перспективи подальших досліджень з даної теми.

Список використаних джерел:

1. Глинський Я.М. Практикум з інформатики. Навчальний посібник / Я.М. Глинський. – Львів : «Деол», 2010. – 336 с.
2. Дорошенко Ю.О. Технологічне навчання інформатики: Навчально-методичний посібник / Ю. О. Дорошенко, Т. В. Тихонова, Г. С. Луньова. – Х. : Вид-во «Ранок», 2011. – 304 с.
3. Жалдак М. І. Математика з комп'ютером : посібник [для вчителів] / Жалдак М. І., Горошко Ю. В., Вінниченко Є. Ф. – К. : РНЦ «ДІНІТ», 2004. – 254 с.
4. Семеріков С.О. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у

вищій школі: Монографія / С.О. Семеріков / Науковий редактор академік АПН України, д.пед.н., проф. М.І. Жалдак. – К. : НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2009. – 340 с.

5. Система електронного навчання Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://moodle.kpnu.edu.ua/>

The article shows the practical aspects of improving the quality of knowledge in computer science, in particular, the use of business graphics in spreadsheets, future mathematics teachers on the example of the use of professional-oriented tasks.

Key words: *future teachers of mathematics, tasks of professional orientation, informatics, spreadsheets, business graphics.*

УДК 373.5.016:53

Німчук Н.І.

САЙТ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ МЕТОД НАВЧАННЯ ФІЗИКИ СТАРШОКЛАСНИКІВ

В статті розглядається можливість використання інноваційних методів навчання в процесі вивчення фізики і можливість використання сайту на уроці.

Ключові слова: *сайт, навчальний процес, урок, інноваційні методи.*

В умовах сучасної освіти перед вчителем стоїть завдання не тільки дати учням знання зі свого предмета, а й навчити швидко орієнтуватися в інформаційному просторі. Такі вміння полегшать подальше навчання учнів. У сучасного вчителя, який йде в ногу з часом, вміє орієнтуватися у мережі Інтернет та використовувати всі можливості інформаційного простору повинен бути власний сайт. Цей сайт може виконувати не лише інформаційну мету, а й контролюючу, організуючу, пропедевтичну та розвиваючу.

Як засвідчує наш досвід [6], особистий сайт вчителя може стати інструментом для розвитку інформаційної культури. Цей сайт може виконувати наступні завдання:

1. Інтерактивність – можливість обміну коментарями, думками, пропозиціями;
2. Відкритість – сайт відкритий не тільки для учнів та вчителів, а й для батьків, що дає можливість ознайомлення батьків зі змістом навчального процесу;
3. Поширення власного досвіду – публікація власних ідей, розробок;

4. Створення віртуальної спільноти – можливість додавання до власного сайту посилань на сайти колег[5].

Можна виділити наступні можливості сайту:

- рекомендації для учнів з вивчення тих чи інших тем;
- перегляд навчальних відеофільмів з лекціями, шляхом вбудовування їх на сайт;
- публікації опитувальників, онлайн-тестів, вбудованих календарів, різноманітних слайд-шоу;
- повідомлення про події в класі або на уроці;
- обмін корисними посиланнями на ресурси інтернету;
- обмін знаннями в сфері ікт;
- обміну гаджетами з різними функціями (наприклад, інтерактивна таблиця Менделєєва)
- корисні поради батькам, що цікавляться освітою своїх дітей;
- робота з обдарованими дітьми [3].

Під час побудови структури сайту вчитель повинен мати уявлення про подальший його вигляд та завдання, які будуть реалізовуватись за допомогою даного освітнього ресурсу.

За допомогою сайту вчитель може проводити контроль та оцінювання знань. Для цього дуже зручно використовувати форми, створені засобами Google. На сайті можна розмістити не лише посилання на завдання, а вбудувати сам опитувальник.

Вбудовування об'єктів на сайт дозволяє зекономити час на пошуку та завантаженні завдань. Безпосередньо перед уроком, навіть при невеликій швидкості Інтернет-з'єднання вчитель може завантажити потрібну сторінку з контентом уроку та працювати з об'єктами.

Другим цікавим прикладом вбудованих завдань є дидактичні ігри, створені за допомогою ресурсу Learning Apps.org (як приклад). Ці ігри мають декілька різновидів: пазли, кросворди, знайди пару, тощо. Особисто ми використовуємо ці ігри для актуалізації знань та підвищення інтересу учнів до предмету.

Вбудувати можна різноманітні об'єкти: презентації, відео, флеш- картки, тощо. Це залежить від вашої фантазії та завдань сайту [4].

Особистий професійний сайт дає в руки вчителя принципово новий інструмент організації навчання, що володіє великими перевагами.

Створення і ведення сайту може стати серйозним стимулом для самореалізації та саморозвитку, оскільки надає педагогу найширші можливості: освоїти нові інформаційні та технічні можливості.

Для того, щоб ефективно використовувати сайти у навчальному процесі, слід дотримуватися таких рекомендацій: по-перше, вчитель повинен відвідати сайти, створені іншими викладачами, з метою формування уявлення про те, як вони можуть використовуватися у навчальному процесі; по-друге, вчитель повинен створити власний сайт, щоб мати уявлення про його функції і можливості на практиці; по-третє, перед тим, як запропонувати такий засіб навчання учням, необхідно змодельовати сайт для своїх учнів (розробка правил, обговорення тематики, попередня підготовка матеріалів); по-четверте, сайти необхідно популяризувати, щоб відбувався процес обговорення та спілкування з експертами.

Фізика – наука експериментальна. Процес викладання має широке застосування демонстраційного матеріалу. Сучасний стан укомплектованості школи знаходиться на такому рівні, що більшу частину демонстрацій провести просто нереально. Кожен виходить з цього стану як може. Але зробити процес викладання простішим допомагає знову ж таки сайт. Під час підготовки до уроку, вчитель знаходить цікаве відео і вбудовує його описаним вище методом в сайт. Це дозволяє економити час на уроці на пошуці потрібного відеофрагменту з демонстрацією, дослідом, експериментом або явищем [2].

На жаль, ми часто стикаємося з тим, що годин на вивчення конкретної теми не вистачає. Зрозуміло, основний зміст можна успішно пройти у відведені програмою години, але ... Перше «але» пов'язане з розширенням контексту вивчення матеріалу (міжпредметні і внутрішньопредметні зв'язки, історія науки, цивілізаційні аспекти та ін.).

Друге «але» - сильні, успішні, захоплені учні, яким завжди хочеться дати більше можливостей, але ж поряд з ними сидять і учні, не надто зацікавлені й успішні в предметі - і їхні інтереси теж треба враховувати – і ці інтереси – третє «але». Для таких учнів теж важливий додатковий матеріал, але зовсім іншої властивості - тренувального характеру (алгоритми, коментарі до вирішення завдань та ін.).

Сайт учителя-предметника дає широкі можливості для розміщення подібних різноманітних матеріалів з тем курсу. Причому важливо, що підбором, створенням і розміщенням таких матеріалів можуть займатися учні. Таким чином, ми, крім додаткового змісту курсу, отримуємо ще й нові - актуальні – види діяльності. Актуальні, тому що пов'язані з формуванням інформаційної культури учня - з пошуком, відбором, оформленням інформації відповідно до визначених предметом завданнями [1].

Учительський сайт дозволяє робити зміст предмета більш різноманітним з погляду форматів представлення. Як правило, ми використовуємо текстові матеріали: підручники та навчальні посібники, енциклопедії, довідники. Звичайно, Інтернет дозволяє коло цих «текстових» матеріалів розширювати.

Але на сайті може існувати інформація в формі відеороликів, анімаційних моделей, презентацій та ін.

Це важливо, оскільки використання матеріалів нетекстового характеру дозволяє зробити процес навчання більш наочним, активізувати учнів, для яких робота з текстом не завжди успішна в силу їх індивідуальних психологічних особливостей.

Сайт учителя-предметника може стати своєрідним сховищем матеріалів для організації самостійної роботи учнів. Це і додаткові матеріали з досліджуваної теми, на підставі яких учні можуть виконувати індивідуальні завдання. Це і ряд посилань на ресурси по темі – своєрідна точка входу в інформаційний простір мережі. Це і мультимедійний контент - як матеріал для спостережень і самостійних висновків, що дозволяє створити проблемну ситуацію в процесі навчання. Це і презентації, які створюються учнями і взаємно рецензуються. Крім того, на сайті можна розміщувати своєрідні «анонси» майбутніх уроків-семинарів, дискусійних уроків, практикумів, уроків контролю знань. Питання до уроку, зразки завдань для майбутніх контрольних робіт з коментарями щодо їх вирішення, інструкції, – все це, розміщене в єдиному просторі предметного сайту, сприяє більш чіткій організації освітнього процесу. Адже найчастіше ми даємо дітям подібні «інструкції» просто усно, і вони не завжди мають можливість їх повноцінно осмислити, при необхідності – повернутися до них і перечитати, а це означає, що не завжди підготовчий етап такого роду навчальної роботи є повноцінним і забезпечує успішність подальшої роботи.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П. С. Використання мультимедійних технологій під час вивчення фізики в основній школі / П.С. Атаманчук. // Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-математичного профілю: збірник матеріалів міжнародної наукової конференції, Кам'янець-Подільський: Аксіома. – 2013. – С. 276.

2. Атаманчук П.С. Інформаційно-комунікативні технології у формуванні дієвих компетенцій / П.С. Атаманчук, С.М. Грушецький, О.В. Бордюг, А.В. Печенюк. // Збірник матеріалів міжнародної наукової інтернет-конференції, Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. – 2012. – С. 172.

3. Блоги Цифровий ресурс. Режим доступу: <http://yourhosting.ru/articles/other/blog-begin/>

4. Курвітс Марина. Види освітніх блогів. Цифровий ресурс. Режим доступу: http://blognauroke.blogspot.com/2009/09/blog-post_4811.html

5. Рождественська Людмила. 10 питань про вчителя-блоггера. Цифровий ресурс. Режим доступу: <http://www.slideshare.net/lvr/10questions-1482153>

6. Німчук Н. І. Формування предметних компетенцій та світогляду учнів з фізики в умовах впровадження інформаційно-комунікаційних технологій з фізики / Н.І. Німчук. – Луцьк: Робота здійснена на участь в другому турі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт із "Фізики", 2015. – 30 с.

The article discusses the use of innovative teaching methods in the study of physics and the possibility of using the site in a lesson.

Key words: *site, educational process, lesson, innovative methods.*

УДК

Оптасюк С.В., кандидат фізико-математичних наук, доцент
Криськов Ц.А., кандидат фізико-математичних наук, доцент

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТОНКИХ ПЛІВОК PbTe:Sb

У роботі розглянуто один із методів дослідження гальваномагнітних явищ тонкоплівкових напівпровідникових сполук системи $A^{IV}B^{VI}$. Отримані вольт-амперні характеристики тонких плівок PbTe:Sb та проаналізовані основні параметри тонких плівок для різної товщини за допомогою методу Холла. Встановлена залежність рухливості та концентрації основних носіїв заряду плівки PbTe:Sb від товщини. Показано, що зі зменшенням товщини плівки збільшується концентрація носіїв заряду.

Ключові слова: *ефект Холла, концентрація, носії заряду, тонкі плівки, тип провідності.*

Тонкоплівкові сполуки системи $A^{IV}B^{VI}$ добре зарекомендували себе в таких галузях електроніки, як сонячні батареї, в якості джерел і детекторів середнього і далекого інфрачервоного діапазону оптичного спектру, для елементів пам'яті і вони є базовим матеріалом для створення тонкоплівкових термоелектричних перетворювачів енергії [1]. Матеріали такого типу серед усіх напівпровідникових сполук являються унікальними через ряд певних фундаментальних характеристик: ширина забороненої зони, висока концентрація іонів, радіаційна стійкість, високі значення рухливості носіїв заряду, а вивчення гальваномагнітних явищ є досить потужним методом для дослідження електрофізичних параметрів сполук такого типу.

Дослідження ефекту Холла в тонких плівках може використовуватися при створенні макросенсорних електронних пристроїв, а також як метод контролю технологічних процесів мікро і наноелектронних приладів. З причини малої товщини плівкового зразка, величина ЕРС Холла може досягати досить великих величин, а виготовлення таких зразків може бути технологічно простіше. В даній роботі представлені результати дослідження впливу магнітного поля на електрофізичні параметри тонкоплівкових напівпровідникових структур, зокрема використовуючи ефект Холла, отримані основні електрофізичні параметри напівпровідників.

Об'єктом дослідження були тонкоплівкові напівпровідникові сполуки РbTe:Sb різної товщини. Плівки були отримані методом вакуумного термічного розпилення. Товщина плівок визначалась за допомогою інтерференційного мікроскопа МІІ-4. Електрофізичні параметри визначали за допомогою ефекту Холла методом поперечної різниці потенціалів при постійних електричних і магнітних полях у різних напрямках. Величина постійного магнітного поля становила 0.91 Тл, температура 300 К.

Рівняння руху електрона за наявності електричного і магнітного полів з урахуванням затухання внаслідок зіткнень за теорією Друде має вигляд:

$$\frac{dp}{dt} = e \left(E + \left[\frac{p}{m} \times B \right] \right) - \frac{p}{\tau} \quad (1)$$

де $p = mv$ – імпульс електрона; $\frac{p}{\tau}$ – аналог сили тертя, пропорційної швидкості руху електрона і напрямленої проти неї, τ – час релаксації, або час вільного пробігу носіїв заряду, i являє собою середній час між двома послідовними зіткненнями. Варто мати на увазі, що сила Лоренца не є однаковою для всіх електронів, оскільки вона залежить від швидкості електрона v . Тому силу Лоренца у рівнянні (1) потрібно вважати середньою силою у розрахунку на один електрон.

У стаціонарному стані сила струму не залежить від часу, тому проекції рівняння (1) на координатні осі мають вигляд

$$\begin{aligned} 0 &= eE_x + \omega_0 p_y - \frac{p_x}{\tau}; \\ 0 &= eE_x - \omega_0 p_x - \frac{p_y}{\tau} \end{aligned} \quad (2)$$

де $\omega_0 = \frac{e}{m}B$ циклотронна частота, а компонента струму вздовж осі z дорівнює нулю.

Помноживши рівняння (2) на $\frac{e}{m}Bn\tau$ і ввівши компоненти густини струму, знаходимо:

$$\begin{aligned} \sigma E_x &= -\omega_0 \tau j_y + j_x; \\ \sigma E_x &= \omega_0 \tau j_x + j_y \end{aligned} \quad (3)$$

Напруженість поля Холла E_x визначається з вимоги рівності нулю густини поперечного струму j_y , пов'язаного із дрейфом носіїв заряду. Якщо у другому рівнянні системи (3) j_y прийняти рівним нулю, отримуємо

$$E_x = \frac{\omega_0 \tau j_x}{\sigma} = \frac{1}{ne} j_x B \quad (4)$$

Оскільки поперечне поле E_y врівноважує силу Лоренца, воно повинно бути пропорційним як індукції магнітного поля B , так і густині струму j_x у провіднику. Коефіцієнт пропорційності в співвідношенні (4) являє собою постійну Холла для даного матеріалу.

$$R_H = \frac{1}{ne} \quad (5)$$

Більш точні обчислення, що враховують відмінність швидкостей окремих електронів від їх середнього значення, призводять лише до незначної зміни числового множника у формулі (5)

$$R_H = \frac{3\pi}{8} \frac{1}{ne} \quad (6)$$

Якщо вважати товщу зразка за d , а ширину за b , то різниця холлівських потенціалів на контактах буде мати вигляд:

$$U_y = E_y b = \frac{bB}{ne} j_x = R_H j_x b B = \frac{R_H B I}{d} \quad (7)$$

де $I = j_x b d$ — сила струму, який протікає у зразку. Величини I, B та U_y можуть бути отримані експериментально, отже за формулою (7) можна визначити значення постійної Холла, а отже, і концентрацію носіїв заряду (5) у речовині.

Оскільки в магнітному полі поряд з холлівськими контактами присутня деяка додаткова напруга, обумовлена гальваноманітними явищами, необхідно напругу між холлівськими контактами вимірювати при двох протилежних напрямках магнітного поля і, відповідно, обраховувати середнє значення

$$U_H = \frac{U_1 - U_2}{2} \quad (8)$$

На рис. 1 представлені вольт-амперні характеристики (ВАХ) плівок різної товщини. Як видно з рис. 1 ВАХ для всіх плівок мають лінійний характер, що свідчить про омичність контактів у зразках.

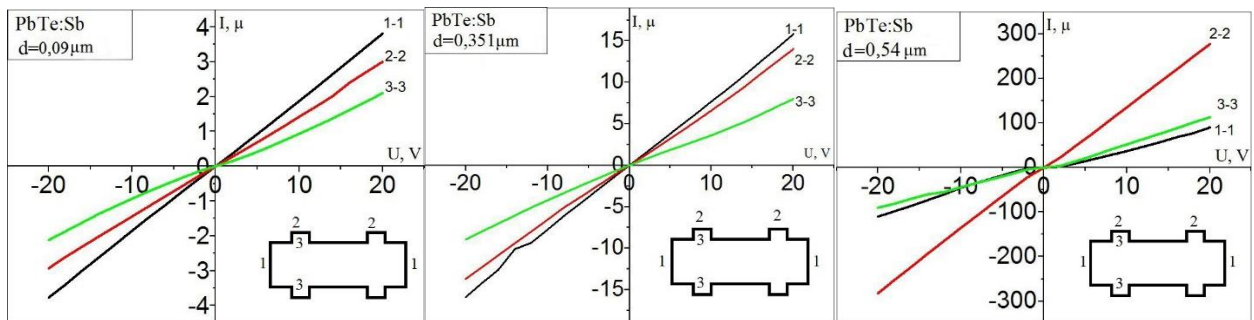


Рис. 1. Вольт-амперні характеристики зразків плівок PbTe:Sb.

Використавши закон Ома та вираз для обчислення опору провідника правильної форми

$$R = \frac{U_x}{I} \quad (9)$$

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (10)$$

обраховано питомий опір ρ , відповідно, питому електропровідність (11, 12) зрізків при кожному значенні електричного поля в постійному магнітному полі в обох напрямках струму і магнітного поля.

$$\rho = \frac{U_x S}{Il} \quad (11)$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (12)$$

По отриманих експериментальних даних в роботі обчислено рухливість носіїв струму. У випадку носіїв заряду одного знаку рухливість визначається рівнянням [2]

$$\mu_{n,p} = |R_H| \sigma = \frac{|R_H|}{\rho} \quad (13)$$

За рівняннями 6-7 та 12-13, враховуючи середні значення холівської напруги та виміри у двох різних напрямках струму і магнітного поля, обраховано основні електрофізичні параметри зразків, які були представлені у таблиці 1.

За отриманими розрахунками, згідно таблиці 1, були побудовані залежності рухливості та концентрації носіїв заряду від товщини плівки (рис. 2).

Таблиця 1. — Основні електрофізичні параметри зразків

Параметр	PbTe:Sb (d=0.54)	PbTe:Sb (d=0.351)	PbTe:Sb (d=0.09)
$\sigma, [\text{Ом}^{-1}\text{см}^{-1}]$	$9,175 \times 10^{-2}$	$2,36 \times 10^{-2}$	$3,61 \times 10^{-2}$
$R_H, \frac{\text{см}^3}{\text{кл}}$	16,6	11,7	4,9
$n, \text{см}^3$	$3,8 \times 10^{17}$	$5,34 \times 10^{17}$	$1,2 \times 10^{18}$
$\mu, \frac{\text{см}^2}{\text{Вс}}$	1,52	27,6	$17,6 \times 10^{-2}$
$U_H, \text{В}$	129,92	24,6	30,1
Тип провідності	n	n	p

З аналізу отриманих залежностей слід виділити дві особливості: перша – із зменшенням товщини плівки збільшується концентрація вільних носіїв заряду; друга – між товщиною плівки і рухливістю носіїв заряду не

спостерігається залежність (рис. 2, а). Ймовірно рухливість носіїв в області малих товщин ($d=0,5$ мкм) різко зменшується [3].

Необхідно відмітити, що при зменшенні товщини плівки до $0,09$ мкм спостерігається інверсія знаку провідності із n в p тип.

На збільшення концентрації (рис. 2, б) може впливати ряд деяких факторів: чим тонша плівка тим суттєвішим є вплив підкладки на концентрацію і рухливість носіїв струму у плівці [4] та певні технологічні умови вирощування плівок (температура і тип підкладки, швидкість осадження тощо), завдяки яким товщина плівки може змінити механізм переносу заряду [5]. Також слід зазначити, що зміна концентрації носіїв заряду може буди пов'язана із акцепторною дією кисню, оскільки вклад поверхневого окисленого шару залежить від товщини плівки: чим більша товщина плівки, тим він менший [6].

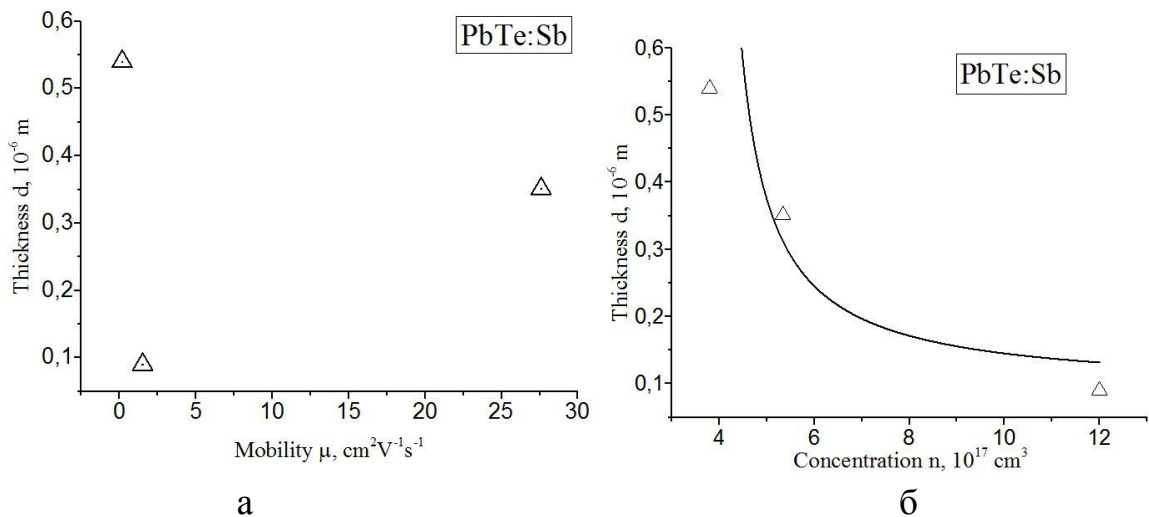


Рис. 2. Залежність рухливості носіїв заряду (а) та концентрації носіїв заряду (б) від товщини плівки.

Висновки.

Проведена порівняльна характеристика методів вимірювання електрорушійної сили холла в напівпровідникових тонких плівках. Показано, що класичний метод є найбільш оптимальним та достовірним методом визначення е.р.с. холла. Отримані вольт-амперні характеристики тонких плівок PbTe:Sb. лінійність вольт-амперних характеристик свідчить про омичність контактів. Отримано значення постійних холла та е.р.с. холла для тонкоплівкових напівпровідникових структур PbTe:Sb різної товщини. встановлена залежність концентрації та рухливості носіїв заряду від товщини плівки PbTe:Sb.

Список використаних джерел:

1. Фреїк Д.М. Зонна стуркутра та механізми розсіювання у кристалах n -PbSe при 77К / Д.М.Фреїк, Л.І.Никируй, В.М. Кланічка, В.М.Шперун, Р.І.Собкович, О.Я.Довгий // Фізика і хімія твердого тіла - Фізико-хімічний інститут при Прикарпатському університеті ім. В.Стефаника - 2000 - Т.1 - № 2. - С. 245-249
2. Фреїк Д.М. Рухливість носіїв у багатошарових епітаксійних структурах AIVBVI / Д.М. Фреїк, О.Л. Соколов // Фізика і хімія твердого тіла - Фізико-хімічний інститут при Прикарпатському університеті ім. В.Стефаника - 2005 - Т.6 - № 3. - С. 403-405
3. Дзундза Б.С. Товщинні залежності термоелектричних параметрів тонких плівок на основі сполук LAST / Б.С. Дзундза, О.Б. Костюк, В.І. Маковишин // Фізика і хімія твердого тіла - Фізико-хімічний інститут при Прикарпатському університеті ім. В.Стефаника - 2016 - Т.17 - № 3. - С. 368-371
4. Салій Я.П. Періодичність розподілу власних дефектів у епітаксійних плівках PbTe / Я.П. Салій, Д.М. Фреїк, І.К. Юрчишин, І.М. Фреїк // Журнал нано- та електронної фізики - Прикарпатський національний університет, вул. Шевченка - 2013 - Т.5 - № 3.
5. Остафійчук Б.К. Про механізми розсіювання носіїв струму в кристалах n -PbS / Б.К.Остафійчук, Л.І.Никируй, В.М.Кланічка, В.М.Шперун // Фізика і хімія твердого тіла - Фізико-хімічний інститут при Прикарпатському університеті ім. В.Стефаника - 2001 - Т.2 - № 1. - С. 121-124
6. Рогачева Е.И. Размерные эффекты в тонких пленках PbSe / Е.И. Рогачева , О.Н. Нащекина , С.И. Ольховская , М.С. Дресселхаус // Термоэлектричество - Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» - 2012 - №4 -

The paper describes one of the methods of investigation of galvanomagnetic phenomena compound thin film semiconductor system AIVBVI. The resulting current-voltage characteristics of thin films PbTe: Sb and analyzed the basic parameters for thin films of different thicknesses using the method of Hall. Installed the dependence of the mobility and concentration of majority carriers films PbTe: Sb on the thickness. It is shown that with decreasing film thickness increases the concentration of charge carriers.

Key words: Hall effect, concentration, carriers, thin film type conductivity.

Панчук О.П., кандидат педагогічних наук, доцент

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІН БЕЗПЕКОВОГО ЦИКЛУ У СВІТІ ЗАГРОЗ ТА ВИКЛИКІВ СУЧАСНОСТІ

У статті проаналізовано проблему викладання дисциплін безпекового циклу (безпека життєдіяльності, цивільний захист та охорона праці) у ВНЗ. Проведені практичні дослідження ефективності та доцільності їх вивчення. Проаналізовані різні підходи до організації навчань з аналізу ризику та розглядаються практичні аспекти підготовки майбутніх фахівців до вирішення проблем, які пов'язані з безпекою життєдіяльності та цивільного захисту в сучасних умовах української освіти.

Ключові слова: безпека, охорона праці, безпека життєдіяльності, цивільний захист, професійна компетентність.

Питання охорони праці, безпеки життєдіяльності та цивільного захисту дедалі серйозніше звучать сьогодні в організації навчально-виховного процесу різноманітних навчальних закладів, адже дотримання встановлених норм з охорони праці – це одна з найважливіших складових ефективної діяльності навчального закладу. Сьогодні акцентує увагу на безпечності умов під час проведення навчально-виховних занять, вживанні конкретних заходів щодо збереження здоров'я та життя всіх учасників навчально-виховного процесу. Не секрет, що робота навчального закладу не може бути високоефективною, якщо на першому місці не стоятиме питання створення умов та виконання посадових обов'язків, спрямованих на збереження як власного життя і здоров'я працівників закладу, так і життя та здоров'я дітей. Кожен досвідчений педагог розуміє, що сьогодні слід докладати максимум зусиль, аби насамперед через систему освіти впливати на умови збереження, зміцнення і відновлення здоров'я особистості. Для цього у кожному навчальному закладі, в першу чергу, повинні бути створені умови, належна матеріально-технічна база, чого, на превеликий жаль, бракує [1-4].

У зв'язку з потребою формування у майбутніх фахівців професійних компетенцій зі створення безпечних умов праці у вищих навчальних закладах здійснюється вивчення дисциплін безпекового циклу. Формування у студентів компетентності з безпеки життя та діяльності людини відбувається за умови використання принципів наступності та неперервності навчання.

Розроблений у 2011 р. Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України комплекс типових навчальних програм із нормативних дисциплін “Безпека життєдіяльності”, “Основи охорони праці”, “Охорона праці в галузі” та “Цивільний

захист” передбачав формування у майбутніх фахівців загальнокультурних і професійних компетенцій із безпечної життєдіяльності [6].

На превеликий жаль в Україні останніми роками, на противагу світовим традиціям, спостерігається зворотня тенденція. З подачі Кабінету міністрів України, наше Міністерство освіти і науки України ініціювало внесення змін до галузевих стандартів вищої освіти, відповідно до яких скасовується вивчення дисциплін безпека життєдіяльності, цивільний захист та охорона праці (як нормативних) у вищих навчальних закладах. А в загальноосвітніх навчальних закладах вивчення дисципліни ОБЖД скасовано ще декілька років тому. Практичним наслідком скасування зазначеного наказу і передача права вищим навчальним закладам самостійно встановлювати структуру і обсяги підготовки з дисциплін охорона праці, безпека життєдіяльності та цивільний захист призвело до того що більшість навчальних закладів в умовах дефіциту фінансування, скорочення викладацьких кадрів вирішило взагалі відмовитись від вивчення цих дисциплін або звести цей процес до формального рівня [7].

Світовий досвід переконує, що з кожним роком збільшується кількість факторів, що негативно впливають на життя і здоров'я людини, на безпеку її життєдіяльності. Технічний прогрес постійно, мов тінь, супроводжують техногенні аварії та нещасні випадки. В більшості випадків вони створюються самою людиною: її діяльністю, негативним впливом на природу, науково-технічним прогресом. Біді ж краще запобігти, ніж боротися з її наслідками, часто трагічними. У зв'язку з бурхливим розвитком цивілізації зростає кількість комунікацій, транспорту, виникає небезпека антропогенних катастроф, аварій, а останнім часом й тероризму. Багато шкоди людям завдають небезпеки пов'язані з: електричним струмом, газовими та водопровідними комунікаціями, радіоактивними та електромагнітними джерелами випромінювань та ін.

Навчання з цивільного захисту, охорони праці та безпеки життєдіяльності – це освітній процес, що має за мету набуття досвіду, який сприяє корегуванню ставлення людини до власної безпеки та її оточення, розвиває її практичні навички для самозахисту в умовах зростаючого психологічного навантаження. Вивчення питань цивільного захисту, охорони праці та безпеки життєдіяльності – невід'ємна складова сучасної громадянської освіти у широкому розумінні цього поняття в усьому світі. Пріоритетним напрямком цієї діяльності вважається засвоєння певних знань і вмінь запобігання нещасним випадкам через формування активної соціальної позиції особи щодо її особистої безпеки та безпеки оточуючих.

Характерною рисою сучасного розвитку суспільства є зміна домінуючих видів людської діяльності в напрямку її ускладнення та підвищення рівнів безпеки людського життя. Це пов'язано з переходом людини від природних

умов існування до принципово нових умов – життєдіяльності в техногенному середовищі. Сучасні темпи науково-технічного прогресу характеризуються не лише позитивними процесами, а в багатьох випадках мають суттєво негативні й небезпечні прояви [3].

Можемо констатувати, що останніми роками у всіх країнах з розвиненою економікою (США, Країни ЄС) особлива увага звертається на забезпечення підготовки фахівців в галузі аналізу ризику і управління безпекою. Складовими цієї галузі є різноманітні науки про безпеку. У всьому світі пріоритетна увага приділяється вивченню дисциплін, пов'язаних з питаннями безпеки [2].

Вважаємо за потрібне наполягати на вивченні у вищих навчальних закладах України дисциплін: Цивільний захист, Безпека життєдіяльності, Основи охорони праці, Охорона праці в галузі. Їх вивчення залишити на рівні, запропонованому у кваліфіковано розроблених і затверджених ще у 2011 році МОН України відповідних навчальних програмах. Ці дисципліни мають входити до переліку нормативних навчальних. Навчання має мати обов'язково практичне спрямування. Основна частина навчального часу повинна відводитись на практично-лабораторні заняття та індивідуальні дослідження. Вивченням дисциплін повинно завершуватись складанням іспиту або диференційованого заліку, а не носити формальний характер. Питання цивільного захисту, безпеки життєдіяльності та охорони праці мають обов'язково включатись до всіх видів наукових досліджень, які проводяться у ВНЗ.

З року в рік МОН України доручає школам, професійно-технічним та вищим навчальним закладам посилювати заходи з метою підготовки педагогічних працівників, учнів та студентів до дій в умовах загрози терористичних актів. Тому навчальні заклади мають вживати додаткових організаційних заходів щодо забезпечення належного рівня безпеки та здійснення контролю в місцях масового перебування людей. Також повинна забезпечуватись готовність закладів освіти, сил і засобів єдиної системи цивільного захисту до дій в умовах виникнення надзвичайних ситуації внаслідок терористичних актів з метою підвищення рівня захисту населення і територій у разі загрози виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із технологічними або іншими проявами терористичної діяльності, мінімізації та ліквідації наслідків таких ситуацій. У зв'язку з цим переконані, що вивчення дисциплін: «Цивільний захист», «Безпека життєдіяльності», «Охорона праці» є актуальним та має бути суттєво посилено.

Говорячи про місце навчань з цивільного захисту та безпеки життєдіяльності в системі загальної середньої освіти та їх мету, наголошуємо, що жодна людина не може без відповідної підготовки безпомилково виконувати свої функції в процесі праці, навчання та відпочинку [4]. В Україні наразі з'явилися нові фактори небезпек: терористична діяльність (вона не обмежується колом східних регіонів і буде поширюватись по всій Україні),

підприємницька діяльність з кримінальними відхиленнями, прогресуючий наркобізнес, безробіття, відсутність реального правового захисту та ін. Але за останні роки в Україні, всупереч до загальносвітових тенденцій та практики організації освітнього процесу навіть у найближчих сусідів, з незрозумілих причин, системне вивчення питань, які пов'язані з цивільним захистом, безпекою життєдіяльності та охороною праці знищене. Питання, які раніше розглядались в курсі «Основи безпеки життєдіяльності» загальноосвітніх закладів зараз розпорошені по цілій низці навчальних дисциплін («Основи здоров'я», «Я у світі», «Природознавство», «Захист Вітчизни», «Екологія», «Людина і світ».

Формування в учнівської молоді культури безпеки життєдіяльності та цивільного захисту – процес відповідальний та багатоаспектний, цілями й завданнями якого є: навчання учнів та студентів різного віку розуміння структури, змісту і взаємозв'язків життєдіяльності людини на всіх етапах повсякденного життя; формування вмінь визначати чинники, причини і параметри виникнення надзвичайних ситуацій; ознайомлення з принципами і способами захисту від небезпечних ситуацій у повсякденному житті та у надзвичайних умовах; профілактика шкідливих звичок, своєчасне прийняття рішень щодо запобігання їм; формування розуміння критеріїв цінування здоров'я і життя як найважливішого, що є у людини, а також сталої мотиваційної установки на здоровий спосіб життя як провідної умови збереження здоров'я; ознайомлення з основними принципами, шляхами й методами збереження життя і зміцнення усіх складових здоров'я; навчання методам самооцінки і контролю стану і рівня здоров'я протягом усіх років навчання; навчання прогнозуванню результатів своєї небезпечної поведінки, нерационального користування природними ресурсами; навчання осмислення причинно-наслідкових зв'язків – через що трапляються людські жертви та матеріальні збитки; ознайомлення з юридичними законами щодо відповідальності за порушення правопорядку.

Список використаних джерел:

1. Безпека життєдіяльності (теоретичні основи): навчальний посібник / П.С. Атаманчук, В.В. Мендерецький, О.П. Панчук, О.Г. Чорна. – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 276 с.
2. Безпека життєдіяльності у надзвичайних ситуаціях (цивільний захист населення) / П.С. Атаманчук, В.В. Мендерецький, О.П. Панчук, Р.М. Білик. – Кам'янець-Подільський : ТОВ «Друк-сервіс», 2014. – 84 с.
3. Безпека життєдіяльності та цивільний захист і методика її навчання / П.С. Атаманчук, В.В. Мендерецький, У.І. Недільська, О.П. Панчук, О.Г. Чорна.

– Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друк-Сервіс», 2013. – 244 с.

4. Основи охорони праці (практичний курс): навчальний посібник / П.С. Атаманчук, В.В. Мендерецький, О.П. Панчук, О.Г. Чорна. – Кам'янець-Подільський: К.: Центр учбової літератури, 2011. – 224 с.

5. Охорона праці в галузі: навчальний посібник / П.С.Атаманчук, В.В.Мендерецький, О.П.Панчук, Р.М.Білик. – К.: Центр учбової літератури, 2013. – 322 с.

6. Кобилянський О. В. Практичні аспекти формування у працівників професійних компетенцій з охорони праці / О. В. Кобилянський, І. М. Кобилянська // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія : Педагогіка і психологія. - 2013. - Вип. 40. - С. 215-220.

7. Національна доктрина розвитку освіти України у XXI столітті // Освіта. – 2001. – № 60–61. – С. 1– 5.

The article analyzes the problem of teaching the disciplines of the security cycle (life safety, civil protection and occupational safety) in higher education institutions. Conducted practical studies of the effectiveness and feasibility of their study. Different approaches to organization of exercises on risk analysis are analyzed and practical aspects of preparation of future specialists for solving problems connected with life safety and civil protection in modern conditions of Ukrainian education are considered.

Key words: safety, labor protection, life safety, civil defense, professional competence.

УДК 535.015

Поведа Р.А., кандидат фізико-математичних наук, доцент

МОДЕЛЮВАННЯ НЕІМПЕРИЧНИМИ МЕТОДАМИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СПЕКТРІВ ПОЛІПРОПІЛЕНУ

В статті наведені нормальні моди коливань та вигляд оптичних спектрів інфрачервоного діапазону (IR) і комбінаційного розсіяння світла (Raman) мономірної молекули поліпропілену, обчислені за допомогою аналітичної комп'ютерної програми Gaussian.

Ключові слова: *Gaussian, поліпропілен, комбінаційне розсіяння світла, інфрачервоне поглинання.*

Квантово-механічні розрахунки дозволяють обчислити коливальні моди молекул та відповідно енергетичні спектри, що проявляються в спектрах

комбінаційного розсіяння та інфрачервоного поглинання з високим ступенем достовірності. Особливої цінності цей метод набуває в разі моделювання властивостей невідомих сполук, синтез яких може бути досить складною процедурою, що вимагає великих витрат часу і матеріальних ресурсів дослідників. До того ж, на сучасному етапі розвитку комп'ютерної техніки і створення високопродуктивних і універсальних програм для квантової хімії такі розрахунки властивостей стають досить доступними. Однією з програм для розрахунку класів структури і властивостей молекул є програма GAUSSIAN. На сьогоднішній день за допомогою комп'ютерного моделювання можна розраховувати не тільки окремі атоми (мономери), а й величезні групи атомів, що повторюються (полімери).

Як приклад полімерів, можна розглянути поліпропілен. Поліпропілен - це синтетичний термопластичний неполярний полімер з класу поліолефінів. Це біла тверда речовина, що отримується в промисловості шляхом полімеризації пропілену при середньому і низькому тиску і обов'язкову присутність металоорганічних каталізаторів. В результаті співполімеризації етилену і пропілену отримують співполімери пропілену. Можливість синтезувати поліпропілен з'явилася не так давно. Це сталося у 1954 році, коли німецький хімік-органік Карл Циглер і італійський хімік Джуліо Натта відкрили металокомплексні каталізи полімеризації олефінів. Каталітична стереоспецифічна полімеризація ненасичених найпростіших вуглеводнів і синтез всіляких структурних різновидів поліпропілену відбулися через змішування металоорганічних каталізаторів. Завдяки цьому відкриттю Джуліо Натта в 1963 році була присуджена Нобелівська премія з хімії. Таким чином було отримано перший поліпропілен – найлегший термопласт. Пропілен полімеризується при температурі нижче вісімдесяти градусів (це необхідна умова, щоб вийшла максимальна довжина полімеру) і десяти атмосферах.

У даній роботі аналітичними методами з допомогою програми Gaussian були обчислені нормальні моди коливань та вигляд оптичних спектрів інфрачервоного діапазону (IR) і комбінаційного розсіяння світла (Raman). Розрахунок проводився в два етапи – оптимізація енергетичних станів та розрахунок коливальних мод методом Хартри-Фока (Hartree-Fock) [1-4]. Програма Gaussian дає можливість спостерігати результати обчислень в динаміці за допомогою анімації, що неможливо побачити в друкованому виданні. Тому, нище наведені схеми у тривимірній проекції, на яких напрямок коливаль позначено векторами. У зв'язку із складністю структури і великою кількістю модів коливання наведено лише найбільш виражені з них в таблиці та відповідні моди коливань на рисунках 1-12.

<i>Moda №</i>	<i>Freq</i>	<i>IR (infrared)</i>	<i>Raman</i>
1	22.88	0.0027	0.2599
2	43.10	0.0023	0.1392
3	52.84	0.0036	0.1041
4	61.83	0.0046	0.0520
5	66.91	0.0015	0.0162
6	103.23	0.0070	0.1058
7	136.41	0.0190	0.0535
8	194.33	0.1007	0.1843
9	219.60	0.0438	1.7819
10	255.06	0.0014	0.5607
11	258.15	0.0081	0.0863
12	263.27	0.0130	1.2846

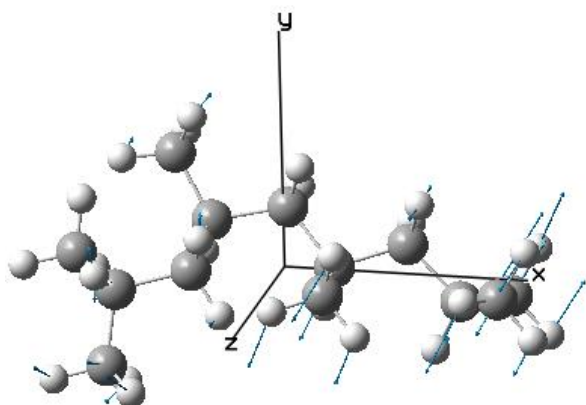


Рис.1 Нормальна мода коливань № 1

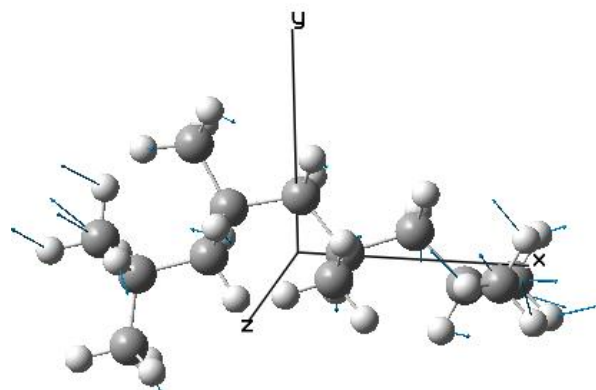


Рис.2 Нормальна мода коливань № 2

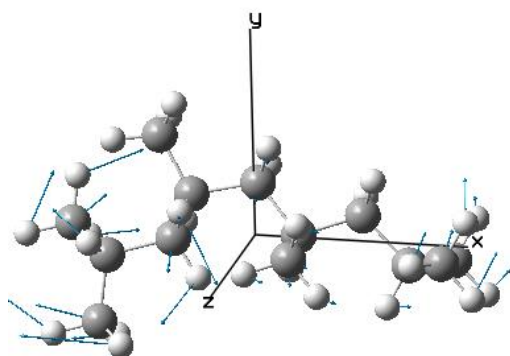


Рис.3 Нормальна мода коливань № 3

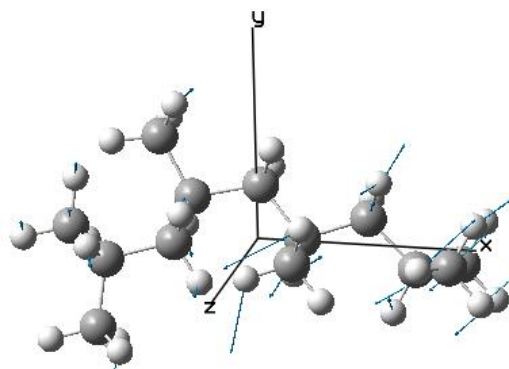


Рис.4 Нормальна мода коливань № 4

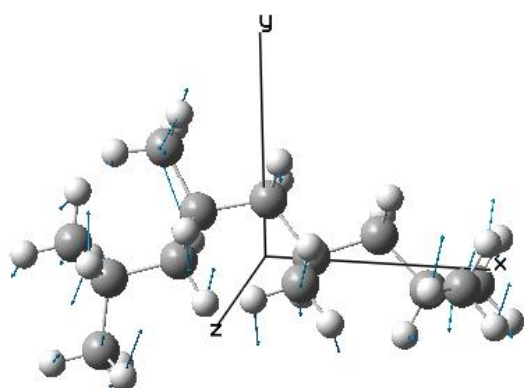


Рис.5 Нормальна мода коливань № 5

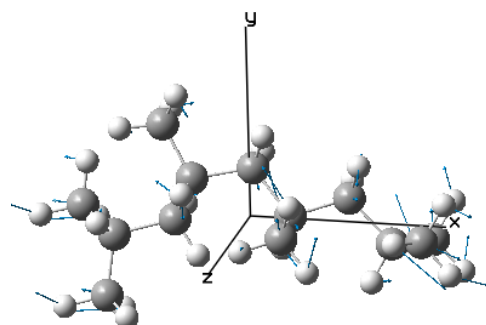


Рис.6 Нормальна мода коливань № 6

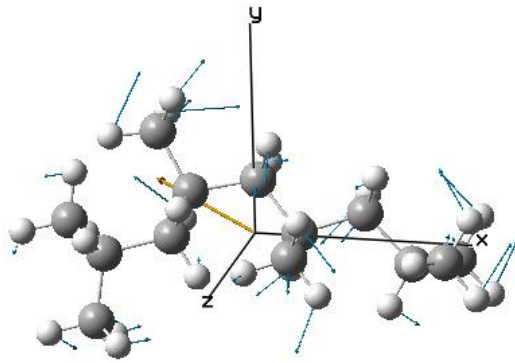


Рис.7 Нормальна мода коливань № 7

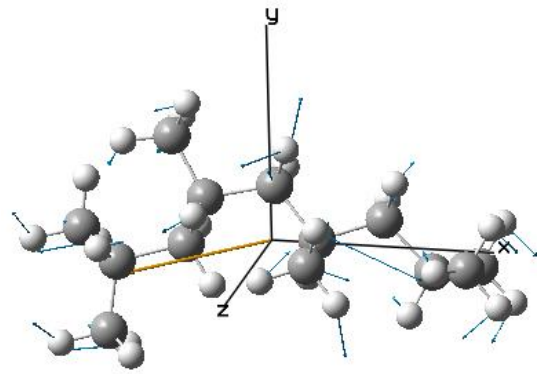


Рис.8 Нормальна мода коливань № 8

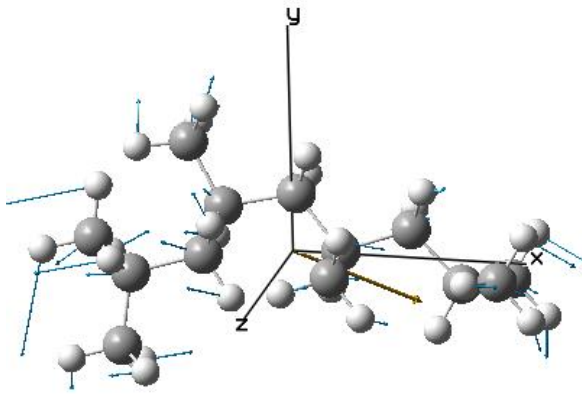


Рис.9 Нормальна мода коливань № 9

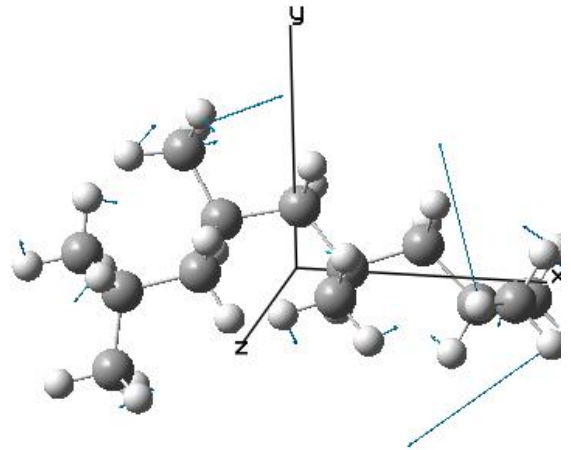


Рис.10 Нормальна мода коливань № 10

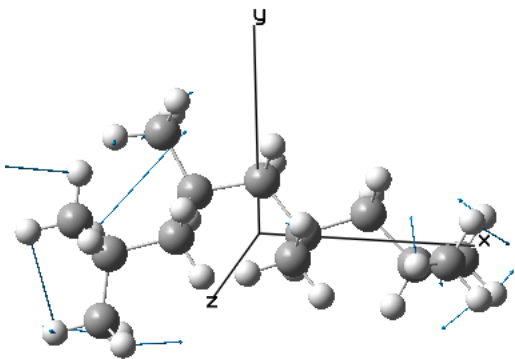


Рис.11 Нормальна мода коливань № 11

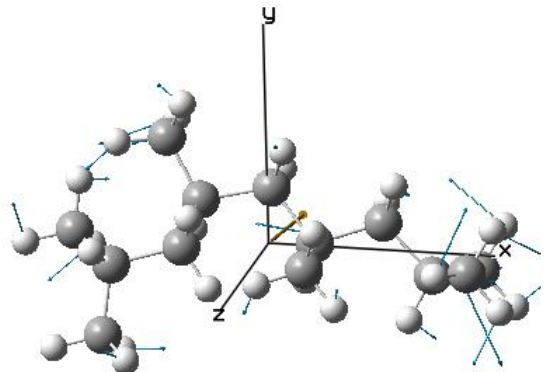


Рис.12 Нормальна мода коливань № 12

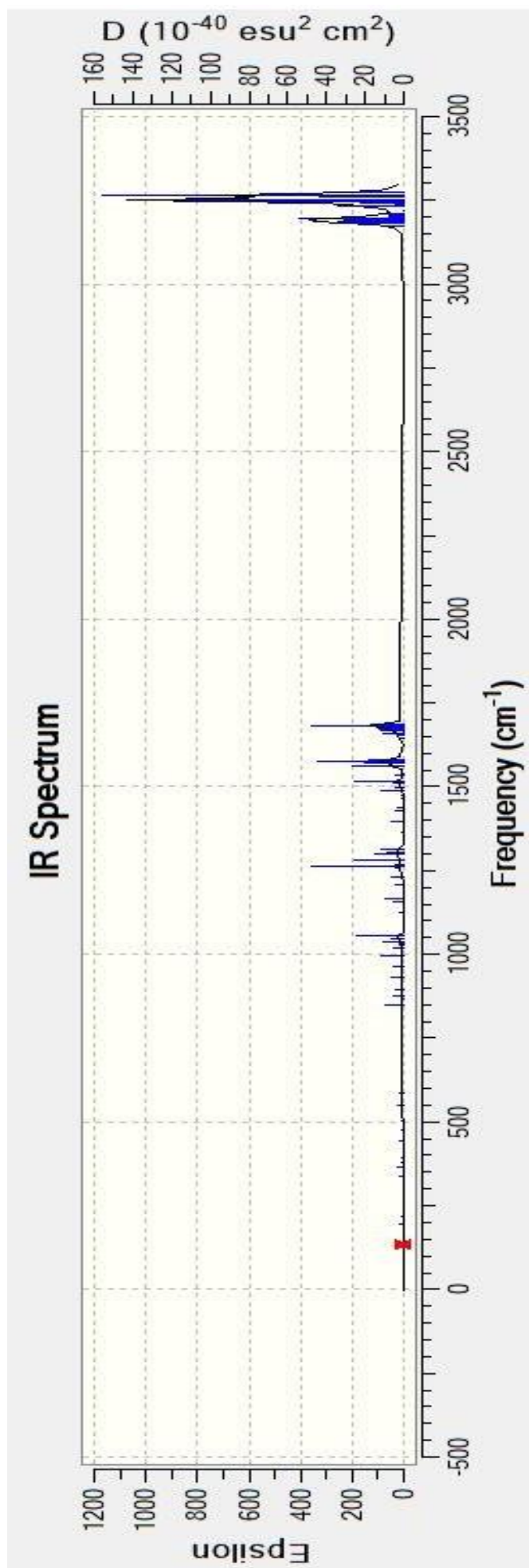


Рис. 13

Розрахований спектр інфрачервоного поглинання поліпропілену.

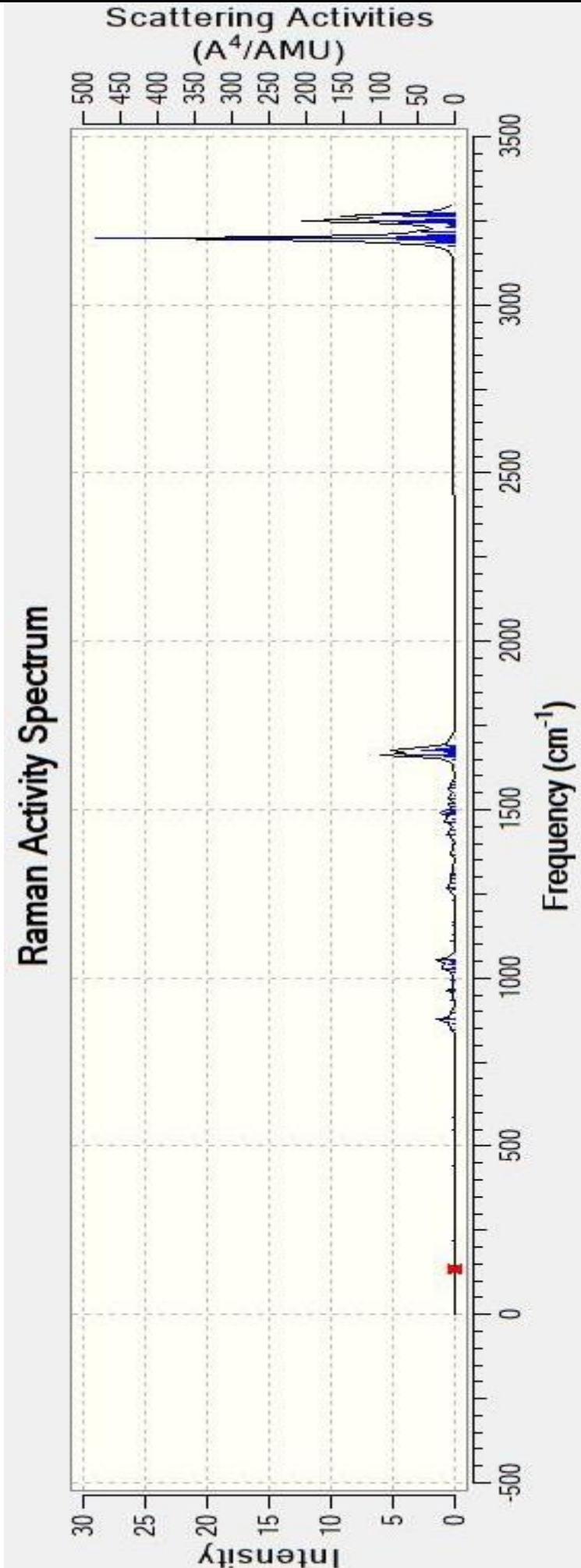


Рис. 14

Розрахований спектр комбінаційного розсіяння поліпропілену.

Список використаних джерел:

1. Кларк Т. Компьютерная химия / Т. Кларк. – М.: Мир, 1990. – 250 с.
2. Кобзев Г.И. Применение неэмпирических и полуэмпирических методов в квантово-химических расчетах. – Оренбург. 2004. – 186 с.
3. Мокрушин В.С. Квантово-химические расчеты органических молекул. Екатеринбург. – М. 2005. – 346 с.
4. Щембелов Г.А., Устынюк Д.А., Мамаев В.Н. и др. Квантово-химические методы расчета молекул. – М.: Химия, 1980.

The article presents normal modes of oscillation and the of optical spectra of the infrared (IR) and Raman scattering of a monomer polypropylene molecule that was calculated using the Gaussian program.

Key words: *Gaussian, Polypropylene, Combined Light Scattering, Infrared Absorption.*

УДК 371.32

Т.П. Поведа, кандидат педагогічних наук, доцент

ПІДГОТОВКА МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ДО ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОБЛЕМНОГО НАВЧАННЯ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

У статті розглядається проблема підготовки майбутнього вчителя фізики до використання проблемних ситуацій на уроках фізики. На заняттях з методики навчання фізики в університеті доцільно використовувати технології контекстного та проблемного навчання. За таких умов студенти спочатку вивчають правила і способи створення проблемних ситуацій, а потім вчать ся застосовувати їх на практиці, виступаючи у ролі вчителя фізики перед своїми одногрупниками.

Ключові слова: *проблемне навчання, проблемні ситуації, дослід з фізики, методика навчання фізики.*

Сьогодні найважливішим завданням школи є навчити учня мислити, оскільки більшість проблем, що виникають в науці, техніці, культурі, а також у реальному житті не мають однозначного вирішення. І саме до вирішення таких проблем повинна готувати молоду людину школа. Предметом особливої уваги кожного вчителя має бути використання в роботі таких засобів, методів і форм навчання, які спрямовані на розвиток критичності та незалежності мислення, допитливості, винахідливості, самостійності тощо. Фізика, як навчальний предмет, має всі можливості, щоб розвивати всі ці риси учня, тому під час

підготовки майбутніх вчителів фізики на заняттях з методики навчання фізики слід приділяти цьому особливу увагу.

Вважаємо, що суттєво підвищити ефективність розвитку інтелектуально-евристичних здібностей учнів можна лише в тому разі, якщо постійно використовувати в процесі навчальної діяльності творчі завдання. Формування творчих здібностей можливе лише через вирішення різноманітних творчих, або, як їх називають, проблемних завдань.

Одним із методів навчання, в якому велику увагу приділяють розвитку здібностей учнів, є проблемне навчання. Особливий внесок у розробку теорії проблемного навчання внесли Л.А. Закота, М.І. Махмутов, А.М. Матюшкин, І.Я. Лернер, І.А. Ільницька та інші. Різні аспекти впровадження проблемних ситуацій у процес навчання фізики знаходимо у дослідженнях науковців, які працюють у напрямку теорії і методики навчання фізики, зокрема Ю. М. Галатюка, О.І. Ляшенка, В.Д. Шарко.

Проблемне навчання різні дослідники розглядають по-різному: як форму і вид навчання, як метод, як підхід та як технологію навчання. Технологія навчання відповідає на питання «як вчити?» і нам такий підхід імпонує найбільше. Зауважимо, що висока ефективність проблемного навчання ні в кого з науковців та учителів сучасної школи не викликає сумніву, однак його використання в шкільній практиці – явище не таке вже й часте. Однією з причин цього є порівняно складна технологія його реалізації.

Узагальнюючи різні підходи до визначення поняття «проблемне навчання», можемо стверджувати, що це тип розвиваючого навчання, в якому поєднуються самостійна систематична пошукова діяльність учнів із засвоєнням готових висновків науки; система методів побудована з урахуванням цілеспрямованості і принципу проблемності; процес взаємодії викладання і навчання, орієнтований на формування пізнавальної самостійності учнів, стійкості мотивів навчання і розумових (включаючи і творчі) здібностей в ході засвоєння ними наукових понять і способів діяльності, поєднаних системою проблемних ситуацій [2; 3; 4].

Проблемне навчання виникло як результат досягнень передової практики і теорії навчання і виховання у поєднанні з традиційним типом навчання, є ефективним засобом загального і інтелектуального розвитку учнів. Педагогічна технологія проблемного навчання дозволяє відкривати знання разом з учнями. І хоча нові знання відкривають вчені, учні на уроках фізики можуть стати в позицію вченого і здійснюючи творчий пошук. Тому основа шкільного навчання – це наукова творчість [1; 6].

Теоретичною основою проблемного навчання є закономірності творчого пізнавального процесу. Проблемне навчання як і творчий пізнавальний процес здійснюється в три етапи. **Перший** – створення проблемної ситуації, її аналіз і

підведення учнів до необхідності з'ясування певної проблеми. На **другому** етапі учнів включають в активний пошук розв'язання проблеми. Учні висловлюють здогадки і гіпотези щодо розв'язання проблеми, які в ході обговорення аналізуються з тим, щоб знайти найбільш раціональні способи її розв'язання. На **третьому** етапі висловлені здогадки або гіпотези перевіряються теоретично або експериментально, робиться висновок. У ході розв'язку досліджуються деякі сторони об'єкта або явища, що вивчаються. У результаті такої діяльності учні одержують певну систему знань [2].

Інколи вважають, що проблемне навчання починається з постановки навчальної проблеми. Це не так. Воно починається із створення проблемної ситуації. Проблема (протиріччя) існує об'єктивно, незалежно від суб'єкта, що її вивчає. Створення проблемної ситуації передбачає залучення учня до такої діяльності, в результаті якої виявляються факти, що суперечать життєвому досвіду учня або системі знань, яка в нього створилася. Невідповідність, яка при цьому виникає, спонукає учня з'ясувати суть питання, виявити причину невідповідності. Проблема виникає з аналізу проблемної ситуації, із з'ясування питання, що не так, що суперечить відомому (**учень стикається з протиріччям, дивується і задає собі питання**).

Отже, проблемна ситуація передбачає залучення учня до її розв'язання, її суть в суб'єктивному психологічному стані, у переживанні пізнавальних труднощів, яке супроводжується усвідомленням того, що істина десь близько, щоб її знайти треба лише подумати. Ця «близькість розв'язку» досить важлива для організації проблемного навчання, бо питання, відповіді на які лежать досить далеко, недоступні учням. Проблемна ситуація викликає появу інтересу до виучуваного питання, залучає учня до активного пізнавального пошуку. Ввести учня в проблемну ситуацію – означає наштовхнути його на суперечності.

На підставі узагальнення передового досвіду можна вказати, що основним **способом створення проблемних ситуацій** є спонукання учнів до теоретичного пояснення фактів, зовнішньої невідповідності між ними. Це викликає пошукову діяльність учнів і приводить до активного засвоєння нових знань. Зауважимо, що учнів треба поступово привчати до вирішення проблем. Спочатку повинні йти нескладні завдання, щоб учні повірили у власні сили, відчували задоволення від розв'язаної проблеми, а вже потім давати складніші завдання. Для того, щоб проблемна ситуація мала найбільший ефект, більшість учнів повинна знати матеріал, про який буде йти мова в даній ситуації. Але цих знань повинно бути недостатньо для розв'язування проблеми.

Основою для створення такої ситуації на уроках фізики часто служать цікаві досліди, які дають можливість чітко сформулювати суть проблеми (краще один

раз побачити, ніж). Приведемо кілька найпростіших прикладів таких ситуацій.

Роздування гумової кульки під ковпаком насоса (атмосферний тиск).

Прилипання гумової кульки потертої об волосся до стіни (електризація через вплив).

Лимон в ролі джерела струму (гальванічний елемент).

Вибивання сірникової коробочки з-під склянки з водою (явище інерції).

Плавання голки на поверхні води (змочування).

Поширення запаху освіжувача у класі (дифузія).

Кипіння води при зниженому тиску або “Чому жителі гір частіше смажать м’ясо, а не варять його?”

Замерзання води в теплій кімнаті (при випаровуванні ефіру) та інші.

Так, першу проблемну ситуацію можна використати, щоб перейти до вивчення теми: «Зіткнення молекул». Поміщаємо зв’язану ниткою гумову кульку, в якій є трохи повітря, під ковпак повітряного насоса й починаємо відкачувати повітря. Кулька поступово роздувається. Ставимо запитання: *як пояснити, що, незважаючи на викачування повітря з-під ковпака, кулька роздувається?* Учні можуть відповідати на запитання тільки частково, не розкриваючи природи цього явища повністю. Відповідь може бути такою: «У зв’язку із зменшенням густини повітря в кожній одиниці об’єму під ковпаком газ у кульці розширюється». Пояснення цього явища добре підтвердити даними про швидкості молекул газів. Якщо врахувати їх, то можна сказати, що протягом 1 сек зіткнення молекул відбувається в середньому 7,5 мільярдів раз.

При вивченні теми „Коефіцієнт корисної дії механізмів” на закінчення опитування можна з учнями виконати практичне завдання: визначити виграш у силі, який дають різні інструменти. Для цього учням роздають ножиці звичайні, ножиці для металу, плоскогубці, кусачки. Учні вимірюють плечі (відстань від точок обертання до точок прикладання сил) різних типів інструментів і визначають відношення довжини більшого плеча до меншого. Потім на практиці учні пробують розрізати тканину, папір і тонкий метал різними інструментами. Практика показує, що розрізування паперу або тканини досить виграшу в силі в 5-6 раз, а для розрізування металу не менше як 7-8 раз. Цей висновок зроблять учні після практичної роботи.

Крім вищезазначеного, існують і інші способи створення проблемних ситуацій. Завдання вчителя полягає не в тому, щоб вказати учням на суперечності, а в тому, щоб учні самі їх з’ясували в ході пошукової діяльності. До частково-пошукових завдань у фізиці відносяться завдання на передбачення результатів експерименту, завдання на планування експерименту, завдання на передбачення принципів пояснення дослідів, завдання на передбачення нових наслідків тощо.

Знайомлячи студентів з технологією проблемного навчання, зауважити, що проблемне завдання може привести до проблемної ситуації тільки у разі врахування зазначених нижче **правил**:

1. Щоб створити проблемну ситуацію, перед учнями слід поставити таке практичне або теоретичне завдання, виконання якого вимагає відкриття нових знань і оволодіння новими вміннями.

2. Завдання повинне відповідати інтелектуальним можливостям учня. Ступінь складності проблемного завдання залежить від рівня новизни матеріалу і від ступеня його узагальнення.

3. Проблемне завдання дається до пояснення засвоюваного матеріалу.

4. Проблемними завданнями можуть бути: 1) аналіз явища; 2) формулювання питання; 3) практичні завдання.

Проблемне навчання дозволяє ефективно поєднувати як індивідуальну, так і групову роботу учнів на уроці. Групова робота допускає поділ класу на групи як приблизно однакових за рівнем розвитку, так іноді і різних. Кількісний склад груп може бути різноманітним. **Для проведення проблемних занять корисні будуть такі рекомендації:**

1. Найдоцільніше створювати навчальні групи з 4-6 чоловік.

2. Склад учнівських груп не слід часто міняти, краще, якщо він є постійним, але диференційованим. Це сприяє прояву активності всіх членів групи і прискоренню роботи тих учнів, що вчаться слабше.

3. Один з учнів призначається керівником групи. При цьому на різних уроках роботою групи можуть керувати різні учні.

4. Навчальні групи орієнтуються на роботу приблизно в однаковому темпі, що дає можливість вести ділове обговорення матеріалу, що вивчається.

Колективна робота учнів над вирішенням навчальної проблеми ніяким чином не виключає індивідуальної роботи кожного з них, оскільки групова робота по суті об'єднує індивідуальну роботу кожного з членів групи. Для постановки та вирішення проблемних ситуацій також рекомендуємо використовувати такі інтерактивні прийоми роботи в класі, як: «ажурна пилка», «спільний проект», «мозковий штурм», «коло ідей», «мікрофон» [5].

Таким чином, суть проблемного навчання полягає у тому, що максимально можливу суму знань учні повинні набути самостійно, проводячи певні мисленеві експерименти та фізичні дослідження, тобто стати активними суб'єктами навчання. Проблема ситуація стає початком процесу активної розумової діяльності. Така пізнавальна діяльність на уроці викликає в учнів радість, задоволення та захопленість пізнанням. А для того, щоб навчити учнів, їх потрібно не просто наповнити знаннями, а запалити в них ту «іскорку

пізнання», яка поступово розгораючись, вела б їх до пізнання нових і глибоких знань.

Список використаних джерел:

1. Галатюк Ю.М. Методологія управління творчою пізнавальною діяльністю учнів у навчанні фізики / Ю. Галатюк // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Випуск 47: збірник наукових праць. – К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2014. – С 33 – 37.
2. Закота Л.А. Проблемне навчання фізики: Посібник для вчителів / Л.А.Заката, О.І. Ляшенко. – К.: Рад. школа, 1985. – 96с.
3. Лозова В.І. Цілісний підхід до формування пізнавальної активності школярів. – Х. «ОВС», 2000. – 342 с.
4. Чепіль М.М. Педагогічні технології: навчальний посібник / М.М. Чепіль, Н.З. Дудник. – Київ.: Академвидав. 2012. – 224 с.
5. Шарко В. Д. Сучасний урок: технологічний аспект/ Посібник для вчителів та студентів. – К., 2006. – 220 с.
6. Швардак М.В. Проблемне навчання в умовах сучасної школи // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2017. – Випуск 1(11). – С. 124-127.

The article deals with the problem of preparing the future teacher of physics for the use of problem situations in physics classes. It is advisable to use the technology of contextual and problem-based learning at the lessons of the methodology of teaching physics at the university. Under these conditions, students will get acquainted with the rules, methods, recommendations for the implementation of problem education and act as a teacher of physics, learning to use problem situations in practice.

Key words: *problem education, problem situations, experiments in physics, methods of teaching physics.*

УДК 373.5.016:53

Пшембасв І.М.

Атаманчук П.С. доктор педагогічних наук, професор

ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЯК ЗАСОБІВ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ У БАЗОВІЙ ШКОЛІ

У статті досліджується впровадження інформаційно-комунікаційних технологій як засобів проведення лабораторних робіт у базовій школі. Запропоновано використання цифрових освітніх ресурсів та комп'ютерного обладнання для виконання лабораторних робіт та унаочнення процесів, які при цьому відбуваються. Зазначено, що при вдосконаленні способів виконання лабораторних робіт за допомогою комп'ютера активізується увагу учнів, посилюється їх мотивація, розвиваються пізнавальні процеси, мислення, увага, уява і фантазія; здійснюється контроль якості знань; реалізуються технології дистанційного та особистісно-орієнтованого навчання.

Ключові слова: *інформаційно-комунікаційні технології, лабораторні роботи, фізичні моделі, фізичний експеримент, мультимедія.*

В даний час велика увага приділяється такій стороні освіти, як освоєння сучасних способів отримання, обробки та подання інформації. Це викликає необхідність використання на навчальних заняттях з фізики в закладах загальної середнього освіти інформаційно-комунікаційних технологій як засобу, організуючого експериментальну та дослідницьку діяльність учнів.

Величезний вибір цифрових освітніх ресурсів дозволяє вчителю обрати програмне забезпечення для реалізації будь-яких освітніх завдань. Комп'ютерні програми з фізики різноманітні: джерела додаткової інформації; демонстрації; тренажери; віртуальні лабораторії; мультимедійні та інтерактивні програми; навчальні ігри та багато іншого. Для вимірювання фізичних величин все ширше використовують принципи оцифрування аналогових сигналів цифрових датчиків фізичних величин, комп'ютерну обробку інформації, отриманої з датчиків. При дидактично правильному підході комп'ютер активізує увагу учнів, посилює їх мотивацію, розвиває пізнавальні процеси, мислення, увагу, уяву і фантазію; проводить моделювання складних фізичних об'єктів; здійснює контроль якості знань; реалізує технології дистанційного та особистісно-орієнтованого навчання.

Проаналізуємо структуру організації фізичного експерименту в сучасних закладах освіти та можливості використання обладнання та засобів інформаційно-комунікаційних технологій у ході проведення експериментальних робіт.

В даний час існує ряд наборів навчального обладнання, які створені для позаурочної роботи або домашнього використання з метою підвищення мотивації учнів до дослідів з фізики. Кожен з таких наборів містить методичні рекомендації до виконання декількох десятків експериментів і дозволяє будувати систему самостійних дослідів учнів. [3]

Використання датчиків, web-камер дозволяє перевести на новий рівень навчально-дослідницькі роботи в галузі фізики, передбачувані спостереження та якісне вимірювання. Наприклад, фіксація зміни напрямку індукційного потоку при проході магніту через замкнуту котушку, магнітне зображення в дзеркалі або спостереження якісних змін температур рідини при її випаровуванні.

До нормативно регламентованих видів експериментальної діяльності при навчанні фізики в установах загальної середньої освіти відносять демонстраційний експеримент, фронтальні лабораторні роботи та проектні роботи. [1]

В даний час у учителів фізики є комп'ютер, мультимедійний проектор та інтерактивна дошка. При проведенні навчального демонстраційного фізичного експерименту для закріплення зони досвіду та демонстрація його у великій кількості за допомогою мультимедійного проектора на екрані можливо використання web-камери. Наприклад, для демонстрації спектрів магнітного поля струму.

Багато фізичних величин можуть бути виміряні цифровими датчиками, причому в багатьох випадках їх чутливість і межі вимірювання перевершують чутливість аналогових приладів, а інертність (час реакції на зміну величини) виявляється істотно меншим. Це дозволяє вивести на екран фрагмент установки малого розміру і покази датчика.

Інтерактивна дошка дозволяє не тільки виводити на екран фрагменти демонстраційних установок та показів датчиків, але й зробити наочним весь процес обробки отриманих даних. Для цього використовують набори обладнання для проведення лабораторних робіт пов'язаних з механічними, тепловими, електромагнітними явищами та газовими законами, а також комп'ютерною програмою для проведення демонстраційного експерименту в режимі навчання етапам експериментального дослідження та в режимі проведення спільного дослідження. [2]

Якщо спостереження та експерименти є базою для збору емпіричних даних, то в випадку моделювання здійснюється опосередковане вивчення

об'єкта на основі відповідної гіпотези, коли створюються моделі реальних об'єктів і процесів, в яких виділені їх найбільш істотні риси.

Пристаючи до моделювання того чи іншого явища, необхідно чітко сформулювати мету, тобто правильно поставити завдання. Воно припускає виділення, найбільш істотних, важливих для навчального дослідження сторони явищ.

Моделі досліджуваних фізичних процесів, які ми розглянули повинні дозволити учням експериментально перевірити висунуті ними гіпотези. Тому в ході побудови моделей можна використовувати два підходи. Перший – від експерименту до моделі тобто необхідно описати результати. Другий – від гіпотез до експерименту: необхідно експериментально перевірити висунуту гіпотезу та побудовану на її основі математичну модель.

Фізичні моделі можуть бути представлені в різних формах, містити або не містити математичний опис, припускати ту чи іншу ступінь наочності.

Багато фізичних явищ, що розглядаються учнями, досить складні, і повне врахування всіх зв'язків, що визначають відповідні структури та всеможливі змінні, що обумовлюють їх функціонування, практично неможливе. Тому при моделюванні доцільно обмежитись виділенням у тілах, явищах і процесах, що вивчаються, лише деякі зв'язки і змінні, які можна спостерігати і вимірювати. [5]

Варто відзначити, що роботи з фронтального експерименту, за рахунок простоти оснащення та можливості виведення показів датчика на інтерактивну дошку можуть бути використані і в якості демонстрацій. Так, робота з вивчення явищ електромагнітної індукції може стати демонстрацією. Або лабораторна робота по вивченні резонансу в коливальному контурі може проводитись в ході навчального заняття як демонстрація з спільним дослідженням і отриманням резонансної кривої. Таким чином, завдяки сучасним технологіям, відбувається зближення лабораторного та демонстраційного експериментів.

Фронтальний лабораторний експеримент є формою навчальних занять, в той час як проектна форма експериментальної діяльності учнів передбачає використання позаурочного часу. [4]

Оскільки освітні стандарти нового покоління вимагають добиватися і профорієнтації учнів, то використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій в організації та проведенні віртуальних експериментальних робіт бажано при навчанні фізики профільного рівня, хоча їх можна виконувати і при навчанні за рівнем стандарту.

Згідно з навчальною програмою, виданою Міністерством освіти та науки на 2017-2018 навчальні роки, «Окремі лабораторні роботи можна виконувати вдома або як учнівські навчальні проекти, а також за умови відсутності

обладнання за допомогою комп'ютерних віртуальних лабораторій. Разом з тим, модельний віртуальний експеримент має поєднуватися з реальними фізичними дослідженнями й не замінювати їх.

Самостійне експериментування учнів, особливо в основній школі, необхідно розширювати позаурочними експериментами та спостереженнями, використовуючи найпростіше устаткування, інколи навіть саморобні або побутові прилади, дотримуючись правил безпеки життєдіяльності».[6]

Дійсно, наочне спостереження, дає змогу учням краще уявляти і розуміти суть того чи іншого фізичного явища чи процесу, але використання саморобних чи побутових приладів, навіть при дотриманні правил безпеки життєдіяльності, під час виконання робіт з дослідження електромагнітних явищ є дуже небезпечним. Тому на мою думку, краще слід скористатись одним із видів ІКТ, наприклад віртуальною лабораторією чи комп'ютерною симуляцією.

Демонструвати ці експертні моделі особливо корисно у складних темах, таких як «Електромагнітні явища», де є цілий набір моделей, для показу яких необхідно допомогти учням візуалізувати атоми, електрони, лінії магнітного поля, проходження струму через провідник, які учні не можуть спостерігати безпосередньо.

Електромагнітні явища у базовій школі вивчаються у 8 класі у розділі «Електричні явища. Електричний струм» та у 9 класі у розділі «Магнітні явища».

Якщо розглянути програму з фізики для базової школи, з електромагнітних явищ, учнями в загальному виконується 5 лабораторних робіт, три з яких у 8-му класі: «Вимірювання опору провідника за допомогою амперметра й вольтметра»; «Дослідження електричного кола з послідовним з'єднанням провідників»; «Дослідження електричного кола з паралельним з'єднанням провідників», та дві у 9-му: «Складання та випробування електромагніту» та «Спостереження явища електромагнітної індукції» [6].

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П. С. Дидактичне забезпечення семінарських занять з курсу «Методика навчання фізики» (загальні питання): навчально-методичний посібник / П. С. Атаманчук, О. М. Семерня, Т.П. Поведа – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010. – 392 с.

2. Атаманчук П.С. Освітня доктрина та інформаційно-освітнє середовище як засоби формування дієвої дидактики фізики / П.С. Атаманчук, А.М. Кух // Комп'ютерно орієнтовані системи навчання : зб. наук. праць. – К. : НПУ ім. М.П. Драгоманова. – № 11. – 2006. – С. 153-157.

3. Дементієвська Н. П., Морзе Н. В. Як можна комп'ютерні технології використати для розвитку учнів та вчителів // Актуальні проблеми психології: Психологічна теорія і технологія навчання / За ред. С. Д. Максименка, М. Л. Смульсон. – К.: Міленіум, 2005. - Т. 8, вип. 1. – 238 с. – С. 152-158.

4. Інформаційне забезпечення навчального процесу: інноваційні засоби і технології: Колективна монографія. – К.: Атіка, 2005. – 252 с.

5. М'ястковська М. О. Використання Phet-симуляцій для виконання домашніх завдань з молекулярної фізики / М. О. М'ястковська, І. М. Пшембаєв // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія : Педагогічна. - 2016. - Вип. 22. - С. 204-207. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkr_ped_2016_22_66.

6. Навчальна програма з фізики. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/navchalni-programy.html>

The article investigates the implementation of information and communication technologies as means of conducting laboratory works in the basic school. The use of digital educational resources and computer equipment for carrying out laboratory works and revealing of the processes that are taking place are proposed. It is noted that when improving the methods of performing laboratory work with the help of a computer the attention of students is intensified, their motivation increases, cognitive processes, thinking, attention, imagination and fantasy develop; quality control of knowledge is carried out; technologies of distance and person-oriented learning are realized.

Key words: *information and communication technologies, laboratory works, physical models, physical experiment, multimedia.*

УДК 378.147:53(043.3)

Семерня О. М., кандидат педагогічних наук, доцент

ДЕЯКІ АСПЕКТИ КОНЦЕПЦІЇ ФОРМУВАННЯ МЕТОДИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ В ПРОЦЕСІ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З МФ

У статті описано аспекти концепції формування методичної компетентності майбутніх учителів фізики в процесі практичних занять з методики навчання фізики. Ця концепція забезпечує якість і результативність вищої освіти та створює передумови становлення високо-компетентнісного фахівця цієї галузі. Концепція розкриває напрями теорії управління пізнавальними процесами в аспектах дієвості та діяльності здобувачів вищої

освіти: під час систематичного контролювання успішності майбутніх учителів фізики.

На цій основі вперше створена педагогічна концепція організації та проведення практичних занять з методики навчання фізики у вищих закладах освіти за рівнями компетентнісних кваліфікацій фахівця; удосконалено теорію та методiku навчання фізики у вищій школі і досліджено новий ефект компетентнісного підходу; оновлено структуру і зміст вищої освіти в Україні та розроблено нову систему навчання шкільної фізики і методики її викладання. Структура цієї концепції віддзеркалює результативну систему формування методичної компетентності майбутнього вчителя фізики у процесі організації і проведення практичних занять з методики навчання фізики в ракурсі компетентнісного становлення фахівця.

У статті акцентовано основні концептуальні положення нового ефекту компетентнісного підходу, який сприятиме становленню професійної підготовки фахівців та виділена ідея: інтегрувати систему вищої освіти України у світову систему вищої освіти при збереженні та розвитку досягнень і традицій української вищої школи.

Ключові слова: *практичні заняття, методична компетентність, концепція формування методичної компетентності, моделювання пізнавальної діяльності, опорні конспекти до практичного заняття, навчально-методичні завдання.*

Постановка проблеми у загальному вигляді, зв'язок із науковими і практичними завданнями. Створення нової моделі фізичної освіти спричинюється вимогами переходу країни до стандартів Європейського союзу. Теперішній період визначає спрямованість навчально-пізнавальної діяльності студентів на вироблення професійних компетентностей з перших днів перебування у вищому закладі освіти. Формування особистісних якостей майбутнього фахівця відбувається у процесі активного залучення до професійної діяльності на студентських лавах.

Аналіз основних досліджень. Активні пошуки відповіді на питання про удосконалення та оновлення змісту і якості фізичної освіти здійснювали чимало учених-дослідників: П. С. Атаманчук, Л. Ю. Благодаренко, С. П. Величко, В. Ф. Заболотний, О. І. Іваніцький, О. І. Ляшенко, М. Т. Мартинюк, В. В. Мендерецький, І. В. Коробова, О. М. Ніколаєв, Ю. М. Орищин, А. І. Павленко, Н. В. Подопрігора, М. І. Садовий, В. Д. Сиротюк, В. П. Сергієнко, Н. Л. Сосницька, Б. А. Сусь, В. Д. Шарко, Г. О. Шишкін, М. І. Шут та інші.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Практичні заняття є важливою складовою процесу підготовки майбутніх учителів фізики, оскільки передбачають інтенсивну самостійну роботу кожного студента поряд

зі спрямовувальною діяльністю викладача. Тому проведення практичних занять вимагає від студентів всебічного володіння навчальним матеріалом, швидкої адаптації до його змісту, здатності до раціонального розподілу навчального часу. Ще однією важливою особливістю практичних занять є те, що під час їх проведення особливо зростає роль пізнавальної діяльності студентів, а також евристичних підходів до пошуку шляхів розв'язання навчальних задач. Завдяки цьому в процесі практичних занять знання студентів не лише закріплюються, а й набувають якісно нового, більш усвідомленого значення для студентів. Однак, у більшості наукових праць у галузі теорії та методики навчання фізики практичним заняттям приділяється недостатня увага.

Фахова підготовка майбутніх учителів фізики вимагає особливої уваги до проведення практичних занять з методики навчання фізики. Варто зазначити, що у педагогічній вищій школі практичні заняття мають свою специфіку, яка виявляється як у змістовій складовій, так й у методичному забезпеченні. Адже саме в процесі практичних занять формується така важлива складова методичної компетентності майбутнього учителя фізики, як діяльнісна. З огляду на це, проведення практичних занять вимагає ретельної та системної попередньої роботи викладача, а також ґрунтовної підготовки студентів та їх цільової самостійної роботи. Очевидно, що лише такі практичні заняття, які підготовлені, організовані й проведені відповідно до цілей і завдань підготовки майбутніх учителів фізики, забезпечать формування в них комплексу функціональних умінь, необхідних у професійній діяльності. Професія вчителя фізики набуває ціннісного значення серед молоді як менеджера освіти, керівника навчально-пізнавальною діяльністю учня, того, хто веде за собою, учить наслідувати за фахівцем, залучає до активності.

Очевидні суперечності, які виникають між: потребою в якісній і результативній фізичній освіті та традиційному навчанні; потребою компетентностного вчителя фізики та традиційному підході в підготовці фахівця; потребою оновлення структури і змісту педагогічної вищої освіти в Україні в контексті практичного застосування теорії навчання методики фізики.

Виклад основного матеріалу. Дієвість педагогічної складової методики навчання фізики на сучасному етапі розвитку вищої освіти в Україні визначається адекватним вибором цілей і завдань, організаційних форм, методів і засобів навчання у їх раціональному поєднанні. Орієнтація на інноваційні тенденції оновлення національної вищої освіти, зокрема у педагогічних закладах, призводить до суттєвих змін її змістової, структурної і процесуальної складових, детермінує модернізацію традиційної системи навчання, стимулює розроблення і реалізацію нової педагогічної концепції методики навчання фізики. Пропедевтикою в напрямі підготовки фахівця з

методики навчання фізики є дисципліни «Вступ до спеціальності», «Вибрані питання шкільного курсу фізики» і «Формування компетентнісно-світоглядних якостей майбутніх учителів фізики». Практичні заняття з дисциплін «Вибрані питання шкільного курсу фізики», «Вступ до спеціальності» розпочинаються з першого семестру навчання бакалаврів за напрямом підготовки «Фізика*». «Вибрані питання шкільного курсу фізики» визначають обсяг знань з шкільної фізики, які повинен засвоїти майбутній учитель. Основне завдання практичних занять – узагальнити та систематизувати знання із шкільного курсу фізики та оволодіння студентами методологією їх здобування, підготовка їх до сприймання навчальних дисциплін методичного спрямування, які розглядатимуть на старших курсах навчання. Під час проведення практичних занять передбачається широке використання компетентнісного підходу до навчання, який дає змогу прогнозувати та проектувати навчально-пізнавальну діяльність студентів-педагогів, орієнтувати, коригувати та контролювати навчально-виховний процес. У четвертому і п'ятому семестрах здобувачі вищої педагогічної освіти за напрямом підготовки «Фізика*» вивчають навчальну дисципліну «Формування компетентнісно-світоглядних якостей майбутніх учителів фізики».

Практичні заняття з навчальної дисципліни «Методика навчання фізики» розпочинаються в шостому семестрі навчання здобувача вищої освіти. Суб'єкти освіти ознайомлюються з особливостями професії учителя (слухання лекцій, підготовка до занять різних типів, організація самостійної роботи тощо). Практичні заняття з окремих питань методики навчання фізики (основна школа) розпочинаються з сьомого семестру і, передбачають вирішення таких завдань, як: забезпечення і реалізація умов професійного становлення майбутнього учителя фізики основної школи; орієнтування підготовки учителя фізики на оволодіння узагальненими прийомами вирішення професійних завдань.

Практичні заняття з дисципліни «Вибрані питання методики навчання фізики» розкривають дидактичні особливості профорієнтаційної фізичної освіти в контексті діяльнісного і компетентнісного підходів. Практичні заняття з дисципліни «Методика навчання фізики в старших класах» мають на меті сформувати усі кваліфікаційні рівні підготовки учителя-предметника для стандартної підготовки учнів старших класів до вивчення шкільної фізики. Завдання практичного курсу: опанування методологією здобування професійних знань і типами пошуково-пізнавальної діяльності; формування готовності до методичних перебудов з шкільної фізики у старших класах; становлення компетентнісних якостей учителя фізики старших класів за рівнем підготовки — стандарт.

Показано [1; 2], що дієвість навчання майбутнього вчителя фізики визначається через використання диференційованих технологічних прийомів: споглядання, наслідування, спостереження, повного володіння методологією здобування знань, “навчання запам’ятовуванню”, інформаційного орієнтування, формулювання проблеми. Сформульовано методологічні основи представлення результатів пізнавальної (пошукової, практично-дослідної) діяльності студентів в навчанні фізики та методики її викладання і показано, що планування професійних дій націлює на організованість, результативність і цілеспрямованість процесу засвоєння нормативних дисципліни фахового напрямку для майбутнього вчителя фізики. Доведено [1], що формування методичної компетентності майбутнього вчителя фізики відбувається через вияв у дії професійних знань.

Причинно-наслідковим зв’язком з’ясовано [1; 2], що якість фізичної освіти і її результат взаємно покладні категорії: якість фізичної освіти забезпечується управлінням навчання з фізики та методики її викладання; результат якості фізичної освіти обумовлений дієвістю навчання фізики і методики її викладання; стабільність результату якості фізичної освіти забезпечується ефективністю навчання фізики та методики її викладання для майбутнього фахівця цього спрямування. Виявлено [1; 2], що за умов систематичного здійснення поточного контролювання результатів навчання майбутнього вчителя фізики з нормативної дисципліни «Методика навчання фізики» на кожному практичному занятті забезпечується дієвість.

Узагальнено [2], що систематизований підбір навчально-методичних завдань на формування методичної компетентності майбутнього вчителя фізики виявляє: якість фізичної освіти через вказування вимірників якості методичних знань фахівця; результативність якісної фізичної освіти — через використання прийомів дієвості у процесі відтворення цих завдань перед слухачами в аудиторії (рис. 1).

Практичні заняття з методики навчання фізики



Рис. 1. Взаємозв'язок між використанням навчально-методичних завдань на практичних заняттях з методики навчання фізики та формуванням методичної компетентності майбутніх учителів фізики.

Висновковано [2], що результат якості пізнавальної діяльності майбутнього вчителя фізики можна зрозуміти тільки через дії здобувачів освіти у виявленні своїх професійних знань на рівнях уміння, навички, переконання.

Однією з основних ідей є те, що формування особистісних якостей як на раціональному, так і на почуттєвому рівнях відбувається за умови, коли реальним психофізіологічним новоутворенням передуює усвідомлення мети навчання та активна дія (на цій основі) індивіда, спрямована на конкретні перетворення та дослідження об'єкта пізнання. Отже, якщо вдасться цілеспрямовано управляти процесом навчально-пізнавальної діяльності, то можна гарантувати досягнення проєктованих результатів навчання (рис. 2).

Психологічну установку та навіювання ставлення відносимо до зовнішнього моделювання пізнання, тому що це, переважно, відкриті чинники мотивування особистості студента, які розкривають якість освітньої діяльності. Тоді як залучення до діяльності суб'єкта дії ("теоретик" має більше експериментувати, а "емпірик" має більше теоретизувати) активізує внутрішні мотиви особистості до пізнавальних актів (це є внутрішнє моделювання) і розкриває виявлення професійної дії, тобто дієвість у процесі.

Навчально-методичні завдання професійного змісту трансформують цілеспрямовану інформацію в якісні знання, фахові діалогізми, ціннісні орієнтири, індивідуальні проєкти особистості та художню творчість.

Підтверджено факт [2], що формування методичної компетентності майбутнього вчителя фізики в процесі вивчення дисципліни «Методика навчання фізики», з погляду діяльнісного і компетентнісного підходів, провокує фахівців бути конкурентоздатними, неординарними, вільно мислячими, творчими, мати компетентнісно-світоглядні якості особистості.

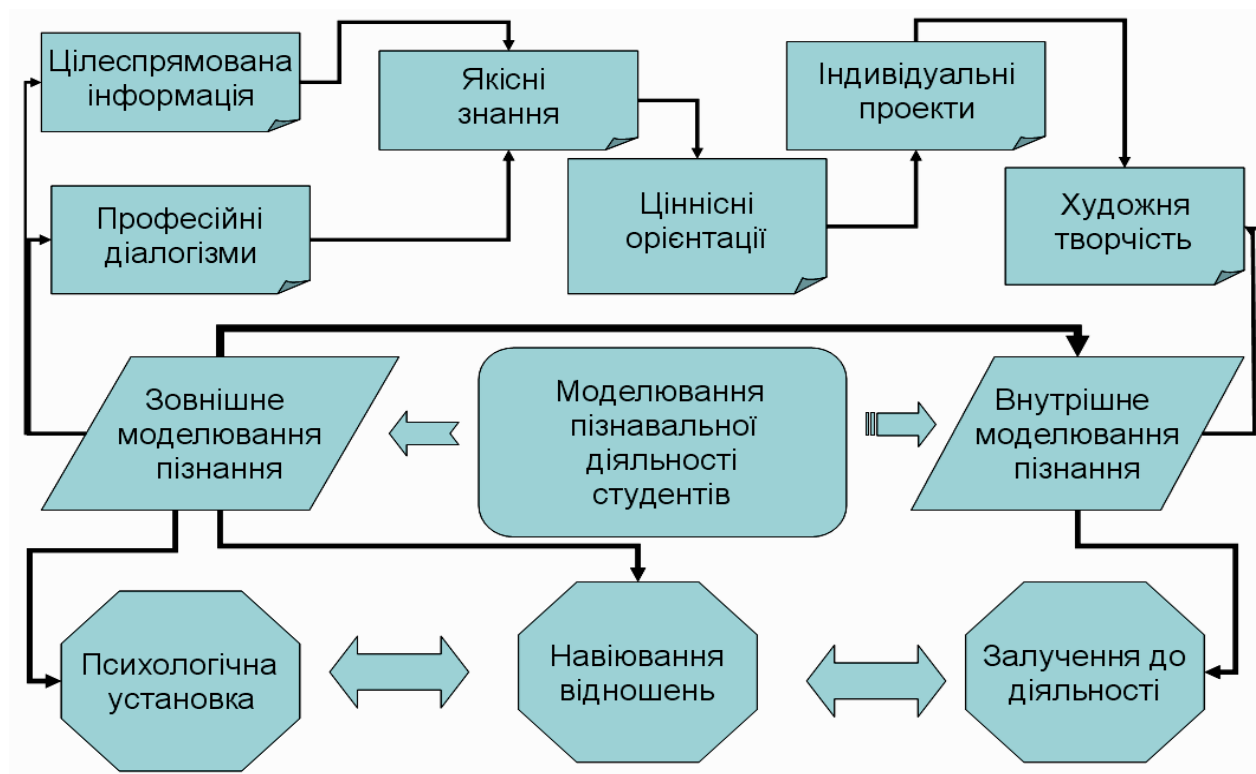


Рис. 2. Моделювання пізнавальної діяльності студентів.

Висновок. Формування методичної компетентності майбутнього вчителя фізики реалізується поетапно в управлінні практичними заняттями на пряму підготовки фахівця з методики навчання фізики, і це виявляє первинне засвоєння дій на практичне застосування професійних знань, навчально-методичних розумінь, педагогічних умінь, особистих цінностей та особистих якостей у студентів. Дієвість навчання студентів розкривається через розв'язування й представлення результатів типових навчально-методичних завдань з методики навчання фізики.

Список використаних джерел:

1. Семерня О. М. Основи методології дієвого навчання майбутніх учителів фізики : монографія / О. М. Семерня. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2012. – 376 с.

2. Семерня О.М. Формування методичної компетентності майбутніх учителів фізики в процесі практичних занять з методики навчання фізики : автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / О. М. Семерня. — К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2017. — 40 с.

The article describes the aspects of the concept of the formation of methodical competence of future teachers of physics in the process of practical training on the methodology of teaching physics. This concept ensures the quality and effectiveness of higher education and creates the preconditions for the formation of a highly-competent specialist in this field. The concept reveals the directions of the theory of cognitive processes management in aspects of the efficiency and activity of higher education graduates: during the systematic control of the success of future physics teachers.

On this basis, for the first time, a pedagogical concept of organizing and conducting practical classes on the methodology of teaching physics in higher educational institutions according to the levels of competency qualifications of a specialist was created for the first time. the theory and methodology of teaching physics in the high school was improved and the new effect of the competence approach was explored; the structure and content of higher education in Ukraine was updated and a new system of teaching school physics and its teaching methods were developed. The structure of this concept reflects the effective system of formation of methodical competence of the future teacher of physics in the process of organizing and conducting practical classes on the methodology of teaching physics in terms of competency formation of a specialist.

The article focuses on the main conceptual provisions of the new effect of the competence approach, which will promote the formation of professional training of specialists and the idea: to integrate the system of higher education of Ukraine into the world system of higher education while preserving and developing the achievements and traditions of the Ukrainian high school.

Key words: *practical classes, methodical competence, concept of formation of methodical competence, modeling of cognitive activity, reference abstracts to practical lessons, teaching and methodical tasks.*

УДК 37.091.33 – 028.22:51

Ю.Л.Сморжевський, кандидат педагогічних наук, доцент

ПРО МЕТОДИКУ ВИКОРИСТАННЯ НАОЧНИХ ПОСІБНИКІВ ПРИ ВИВЧЕННІ МНОГОКУТНИКІВ ТА ЇХ ВИДІВ У КУРСІ МАТЕМАТИКИ 5 КЛАСУ

У статті розглянуто методика використання наочних посібників при вивченні многокутників та їх видів у курсі математики 5 класу.

Ключові слова: *наочні посібники, види наочних посібників, многокутники, види многокутників, трикутники, чотирикутники.*

Актуальність дослідження. В умовах реформування системи освіти, відтворення і зміцнення інтелектуального потенціалу нації, виходу вітчизняної науки і техніки, економіки і виробництва на освітній рівень, інтеграції в світову систему освіти, переходу до ринкових відносин і конкуренції будь-якої продукції, в тому числі й інтелектуальної, особливо актуальним стає забезпечення належного рівня математичної підготовки підростаючого покоління.

Аналіз сучасного стану системи освіти в Україні говорить про актуальність та необхідність створення єдиного простору для інформаційно-педагогічного забезпечення освітян всім необхідним для проведення занять з використанням ілюстративного і наочного матеріалу.

Мета статті. Розкрити методика використання наочних посібників при вивченні многокутників та їх видів у курсі математики 5 класу.

Аналіз актуальних досліджень та постановка проблеми. Використання наочних посібників у процесі навчання сприяє розумовому розвитку учнів, допомагає виявити зв'язок між науковими знаннями і життєвою практикою, полегшує процес засвоєння і сприяє розвитку інтересу до знань, стимулює розвиток мотиваційної сфери учнів [1].

Застосування принципу наочності є однією з необхідних умов успішного навчання учнів. Унаочнення підвищує ефективність уроку, допомагає подолати формалізм у навчанні, пожвавлює навчальний процес, збуджує ініціативу та мислення учнів, привчає їх до аналізу та узагальнення.

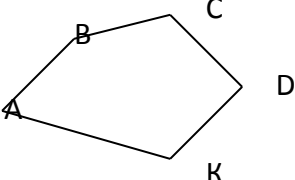
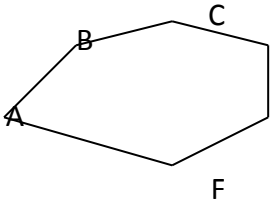
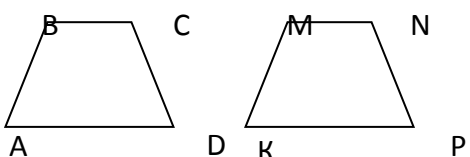
Уміле використання різноманітної наочних посібників у процесі навчання сприяє розвитку самостійності, активності, творчої пізнавальної діяльності учнів, що значною мірою забезпечує підготовку їх до самостійної практичної роботи.

У зв'язку з переходом середніх загальноосвітніх навчальних закладів на нову програму з математики [2] і нові підручники виникає необхідність у розробці методики використання наочних посібників на уроках математики. На жаль, на сьогодні такої методики немає. Нами зроблена спроба розробити таку методику, яка висвітлена в навчальному посібнику [3].

Виклад основного матеріалу. Розкриємо методику використання наочних посібників при вивченні многокутників та їх видів у курсі математики 5 класу.

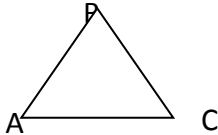
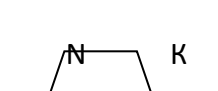
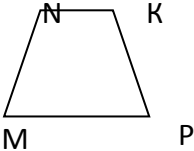
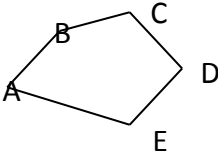
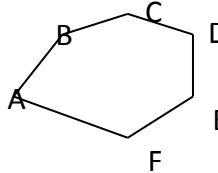
Вивчення теми «Многокутники» доцільно супроводжувати демонстрацією таблиці 1.

Таблиця 1.

Многокутники	
Ламана, у якої кінець збігається з початком, називається замкненою .	
	ABCDK – замкнена ламана.
Замкнену ламану називають многокутником . Ланки ламаної називають сторонами многокутника , а вершини – вершинами многокутника . Частина площини, обмежену многокутником, також називають многокутником .	
	<p>ABCDEF – многокутник, AB, BC, CD, DE, EF, AF – сторони многокутника.</p> <p>Точки A, B, C, D, E, F – вершини многокутника.</p> <p>Кути A, B, C, D, E, F називають кутами многокутника.</p> <p>Сума довжин усіх сторін многокутника називається його периметром.</p> $P = AB + BC + CD + DE + EF + AF$ – периметр многокутника ABCDEF.
Два многокутники називаються рівними , якщо вони суміщаються при накладанні.	
	Многокутники ABCD і KMNP – рівні.

Види багатокутників можна пояснювати учням за допомогою таблиці 2.

Таблиця 2.

Види багатокутників	
	Якщо багатокутник має 3, 4, 5, 6 чи взагалі n сторін, то його називають відповідно трикутником, чотирикутником, п'ятикутником, шестикутником, n-кутником.
	Трикутник ABC має три вершини: A, B, C; три сторони: AB, BC, AC; три кути: $\angle BAC$, $\angle ABC$, $\angle ACB$.
	Чотирикутник MNKP має чотири вершини: M, N, K, P; чотири сторони: MN, NK, KP, MP; чотири кути – $\angle PMN$, $\angle MNK$, $\angle NKP$, $\angle KPM$.
	П'ятикутник ABCDE має п'ять вершин: A, B, C, D, E; п'ять сторін: AB, BC, CD, DE, AE; п'ять кутів: $\angle EAB$, $\angle ABC$, $\angle BCD$, $\angle CDE$, $\angle DEA$.
	Шестикутник ABCDEF має шість вершин: A, B, C, D, E, F; шість сторін: AB, BC, CD, DE, EF, AF; шість кутів: $\angle FAB$, $\angle ABC$, $\angle BCD$, $\angle CDE$, $\angle DEF$, $\angle EFA$.

Закріплення матеріалу можна провести у формі фронтального опитування, використовуючи кодоплівку 1.

Кодоплівка 1.

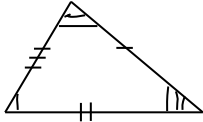
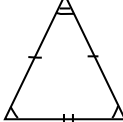
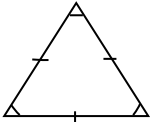
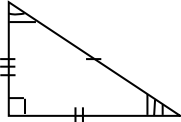
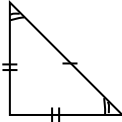
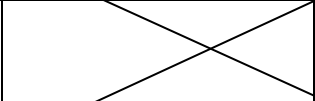
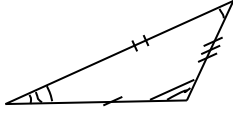
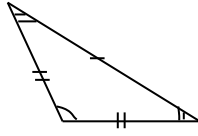
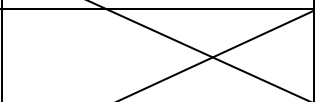
Дайте відповіді на питання:

1. Яка ламана називається замкненою?
2. Що називають багатокутником?
3. Що називають вершинами і сторонами багатокутника?
4. Що таке периметр багатокутника?
5. Яку найменшу кількість сторін має багатокутник? Як називають багатокутник з найменшою кількістю сторін?

6. Які бувають трикутники залежно від сторін?
 7. Які фігури називають рівними?

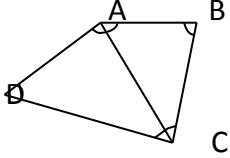
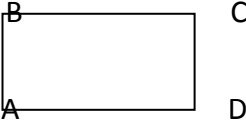
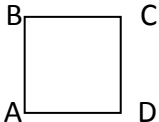
Розподіл трикутників за сторонами і кутами варто подати таблицею 3.

Таблиця 3.

Види трикутників			
За кутами	Різносторонні	Рівнобедрені	
		нерівносторонні	рівносторонні
Гострокутні			
Прямокутні			
Тупокутні			
Сума всіх кутів трикутника дорівнює 180° .			

Види чотирикутників теж варто ілюструвати за допомогою таблиці 4.

Таблиця 4.

Види Чотирикутників	
	Кожний чотирикутник ABCD відрізком AC можна розбити на два трикутники ABC і ACD. Тому сума всіх кутів чотирикутника дорівнює 360° , тобто сумі кутів двох трикутників: $180^\circ + 180^\circ = 360^\circ$.
	Чотирикутник, у якого всі кути прямі, називається прямокутником . ABCD – прямокутник. $\angle A = \angle B = \angle C = \angle D = 90^\circ$.
	Сусідні сторони прямокутника часто називають його довжиною і шириною. Периметр прямокутника обчислюється за формулою $P = 2(a + b)$, де a – довжина

прямокутника, b – його ширина.

Прямокутник, у якого всі сторони рівні, називається **квадратом**.

ABCD – квадрат. $AB = BC = CD = AD$.

Якщо сторона квадрата дорівнює a , то його периметр обчислюється

за формулою $P = 4a$.

Кодоплівка 2 допоможе провести закріплення даного матеріалу.

Кодоплівка 2.

Дайте відповіді на питання:

1. Які бувають трикутники залежно від сторін?
2. Які бувають трикутники залежно від кутів?
3. Які трикутники називають прямокутними?
4. Які трикутники називають гострокутними?
5. Які трикутники називаються тупокутними?
6. Чому дорівнює сума всіх кутів трикутника?
7. Чому дорівнює сума кутів чотирикутника?
8. Що таке прямокутник? Наведіть приклади.
9. Що таке квадрат? Наведіть приклади.
10. Назвіть елементи чотирикутника.

Для систематизації вивченого матеріалу доцільно провести самостійну роботу, використовуючи комп'ютерну презентацію (див. слайд 1).

Слайд 1.

Самостійна робота	
Варіант 1	Варіант 2
1 ⁰ . Накресліть замкнену ламану, що складається з п'яти ланок. Як називається така фігура? Виміряйте довжини її сторін і знайдіть периметр.	1 ⁰ . Накресліть замкнену ламану, що складається з шести ланок. Як називається така фігура? Виміряйте довжини її сторін і знайдіть периметр.
2 ⁰ . Один з гострих кутів прямокутного трикутника у 4 рази більший, ніж другий. Знайдіть їх	2 ⁰ . Один з гострих кутів прямокутного трикутника на 10 ⁰ більший, ніж другий. Знайдіть їх

<p>міри.</p> <p>3*. Периметр рівнобедреного трикутника дорівнює 76 см, а бічна сторона – 23 см. Знайдіть довжину основи трикутника.</p> <p>4*. Знайдіть міри кутів чотирикутника, якщо один з них більший від другого, третього і четвертого відповідно на 15°, 20° і 25°.</p> <p>5**. Накресліть прямокутник зі сторонами 3 см і 6 см. Поділіть його на три рівні прямокутники. Обчисліть периметр кожного з утворених прямокутників. Скільки розв'язків має задача?</p>	<p>міри.</p> <p>3*. Периметр рівнобедреного трикутника дорівнює 67 см, а основа – 25 см. Знайдіть довжину бічної сторони трикутника.</p> <p>4*. Знайдіть міри кутів чотирикутника, якщо один з них менший від другого, третього і четвертого відповідно на 15°, 20° і 25°.</p> <p>5**. Чи є серед прямокутників з периметром 12 см такий, що його можна поділити на два рівних квадрати? Якщо є, то обчисліть периметр утвореного квадрата.</p>
---	---

Висновки. Як свідчать результати експериментального дослідження, наведена вище методика використання наочності при вивченні багатокутників та їх видів активізує увагу учнів, підвищує їх інтерес до математики, а вчителю дає можливість зекономити час і поповнити математичний кабінет новими наочними посібниками.

Список використаної літератури:

1. Оборудование кабинета математики: Пособие для учителей / В.Г. Болтянский, М.Б. Волович, Э.Ю. Красс, Г.Г. Левитас. – 2-е изд., исп. и доп. – М.: Просвещение, 1981. – 191 с.
2. Математика: навчальна програма для учнів 5 – 9 класів загальноосвітніх навчальних закладів // Математика в сучасній школі. – 2012. – №10. – С. 3 – 16.
3. Сморжевський Л.О. Методика використання наочності на уроках алгебри і геометрії в основній школі / Л.О. Сморжевський, Ю.Л. Сморжевський. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010. – 184 с.

In the article methodology of the use of visual aids is considered at the study of polygonal and their kinds in the course of mathematics of a 5 class.

Key words: *visual aids, types of visual aids, polygonal, types of polygonal, triangles, quadrangles.*

УДК 378.016:53 (075.3)

О.В. Сондак

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ХІМІЧНОЇ ТА ТЕПЛОВОЇ ДІЇ СВІТЛА НА ОСНОВІ ІНДИВІДУАЛІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ

У статті подані методичні особливості вивчення хімічної та теплової дії світла. Обґрунтовано важливу роль індивідуалізації навчання у процесі вивчення даної теми як одного із основних чинників його успішності. Доведено доцільність врахування вікових та індивідуальних особливостей студентів, що дає можливість швидко адаптуватись до вишівських умов, активізуватись в процесі навчання, а також сформувані в них здатність самореалізуватись і застосовувати набуті фізичні знання в житті.

***Ключові слова:** хімічна дія світла, методичні рекомендації, предметні компетентності, індивідуалізація навчання, фізика.*

Постановка проблеми. Індивідуалізація навчання стає актуальною через прагнення сучасного молодого покоління отримувати якісно інший навчальний матеріал. Тісна взаємодія викладача та студента дозволяє значно підвищити рівень знань останнього, а з боку викладача підняти свій кваліфікаційний рівень, безпосередньо вивчаючи різноманітні індивідуальні й психологічні особливості студента, виявляючи сильні й слабкі сторони особистості й відповідним чином, враховуючи ці особливості й специфічні якості вихованця, обирати методи, прийоми й засоби педагогічного впливу. Однією з основних причин відносно низької ефективності навчання, на думку багатьох авторів, є недостатня індивідуалізація навчального процесу в коледжах, оскільки індивідуалізація навчання навіть за умов суворого дотримання вимог навчальних програм дає можливість виявляти й розвивати інтереси студентів, їхні нахили та здібності, сприяє ефективному засвоєнню знань та розвитку вмінь і навичок. Індивідуалізація навчального процесу створює умови для поглиблення знань, які впливають на ставлення студентів до навчання, сприяють розвитку пізнавального інтересу і допомагає у формуванні предметних компетентностей при вивченні хімічної та теплової дії світла з урахуванням вікових особливостей студентів і їх індивідуальних психологічних характеристик.

Аналіз актуальних досліджень та публікацій. Вивченню питання розвитку індивідуальної роботи зі студентами вузу приділялася належна увага педагогами та психологами, зокрема у працях Л.В. Кондрашової, В.К. Буряка, Л.А. Гапоненко, Є.О. Климова, З.Д. Ветрової, Д.А. Белухіна, Р.М. Мойсеєнко, Н.І. Борисової, С.Н. Горохова, К.Л. Лебедевої, І.Е. Унт та інших.

Наукове підгрунтя проблеми формування компетентного майбутнього фахівця відображено у досвіді роботи відомих вчених-методистів П.С. Атаманчука, С.П. Величка, Є.В. Коршака, О.І. Ляшенка, В.Ф. Савченка, В.Д. Сиротюка, М.І. Шута, В.Д. Шарко, А.М. Куха, В.І. Лугового, В.Ф. Заболотного.

Мета статті. Метою нашого дослідження є методичні особливості формування предметних компетентностей у студентів вищих навчальних закладів засобами індивідуалізації при вивченні хімічної та теплової дії світла.

Виклад основного матеріалу. Під час вивчення даної теми продовжуємо формування уявлень про квантову природу світла. Вивчення теми слід почати з пригадування відомих студентам хімічних реакцій, які відбуваються під дією світла: розкладання вуглекислого газу (CO_2) в зелених частинах рослин, розкладання на світлі аміаку NH_3 на азот і водень, бромистого срібла AgBr на срібло і бром; утворення молекул хлористого водню HCl з молекулярних водню й хлору (реакція відбувається вибухом); вицвітання фарб тощо [4].

Можна продемонструвати також дослід з потемнінням під дією світла осаду хлористого срібла, який добувають у пробірці додаванням азотнокислого срібла до соляної кислоти.

Можна поставити такий фронтальний дослід. Студентам роздають невеличкі смужки фотопаперу, частково закриті різними фігурками (силуетами) з чорного паперу. Після засвічування їх на сонці або від інших джерел світла забарвлення ділянок фотопаперу, що не були закриті, змінюються. Особливо сильно чорніють засвічені частини фотопаперу, якщо його попередньо змочити проявником [7].

Потім формулюють поняття фотохімічної реакції і дають квантове тлумачення фотохімічних процесів. Підкреслюють, що фотохімічні процеси (реакції) спричиняються лише світлом, яке поглинається, причому воно діє на валентні електрони атомів і молекул, змінюючи стан цих електронів; що від довжини хвилі світла залежить його фотохімічна активність: найактивнішими є промені з короткими хвилями (ультрафіолетові), бо фотонам цих хвиль відповідає більша енергія.

Доречно згадати закон еквівалентності А. Ейнштейна, згідно з яким у кожному окремому акті фізико-хімічного процесу енергія, яка викликає дисоціацію молекули під дією випромінювання, дорівнює $h\nu$, тобто енергії фотона, що поглинається, або що кожному світловому кванту, який поглинається, відповідає перетворення однієї молекули речовини [5].

Фотохімічні реакції можна ще продемонструвати так. В проєкційний апарат з потужним джерелом світла вміщуємо між конденсором і об'єктивом ширму з подвійною рамкою для діапозитивів. Перед об'єктивом ставимо прямокутну кювету з органічного скла з 50-процентним водним розчином

йодистого калію. Увімкнувши лампу освітлювача в мережу, спостерігаємо поступову зміну кольору світла (він жовтіє).

Потім формулюємо поняття фотохімічної реакції і даємо квантове тлумачення фотохімічних процесів: кожен поглинутий фотон викликає перетворення однієї молекули. Наприклад, під час розкладання бромистого водню реакція відбувається за рівнянням $2HBr + 2h\nu = H_2 + Br_2$.

Щоб відбулася фотохімічна реакція в якійсь речовині, треба, щоб енергія фотона падаючого світла $h\nu$ була не менша, ніж енергія, потрібна для перетворення однієї молекули: $h\nu \geq E$ [4].

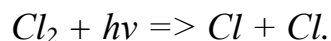
При поглинанні фотона з енергією молекула броміду срібла розпадається за схемою: $AgBr + h\nu = Ag^{\cdot} + Br^{\cdot} + e$. Тут Ag^{\cdot} – енергетично збуджений атом срібла, Br^{\cdot} – позитивний йон бромю, e – електрон. Атоми, молекули або їх частинки, порушені під дією світла, називаються активними радикалами. За їх участі протікають різні хімічні реакції розкладання і синтезу молекул. Наприклад, молекули хлору і водню в темряві не взаємодіють, а на світлі вступають в хімічну реакцію, утворюючи хлорид водню (HCl). Розрив електронних зв'язків в молекулі при поглинанні нею фотона, тобто поділ її на атоми під дією світла, є фотохімічною реакцією. Потім відбуваються вторинні хімічні реакції, які є ланцюгом послідовних перетворень: один активний атом входить в з'єднання, а другий активований атом регенерується. Утворюється ланцюгова хімічна реакція. Такі реакції поширені в хімії, вони протікають в процесах горіння і вибуху. Основний закон фотохімії пояснює два фундаментальних положення: 1) фотохімічна реакція – це квантове явище; 2) елементарний акт фотохімічної реакції відбувається відповідно до закону збереження і перетворення енергії. Виходячи з фотонної структури світла, А. Ейнштейн сформулював такі закони: Кожен поглинений речовиною фотон викликає перетворення однієї молекули. Це основний закон фотохімії, який має квантове походження. Молекула вступає в фотохімічну реакцію під дією фотона лише в тому випадку, коли енергія фотона не менша певного значення (енергії дисоціації). Якщо енергія фотона менша енергії, необхідної для розриву молекулярних зв'язків, то реакція не відбудеться. Якщо ж енергія фотона більша цієї енергії, то надлишок енергії міститься в продуктах розпаду молекул, тобто в активних радикалах. Зауважимо, що межа фотохімічної реакції по енергії фотона повністю аналогічна червоній межі фотоефекту. На основі цього закону можна пояснити, чому, наприклад, фотопапір нечутливий до червоного і інфрачервоного світла. Для фотографування в інфрачервоному світлі створюється спеціальна фотоплівка, в світлочутливий шар якої вносяться певні добавки – активатори, що знижують енергетичний поріг фотохімічної реакції. При вивченні фотографічного процесу важливо з'ясувати, як утворюється

приховане, а потім видиме зображення на негативі. Освітлення першого з них відноситься до фотохімічних явищ. Як вже говорилося, при поглинанні фотона молекулою $AgBr$ вона розпадається у кристалі на складові атома і при цьому викидає в кристалічну решітку електрон, який блукає по кристалу і в кінці кінців осідає на дефекті; останні завжди містяться в реальних кристалах. До електрону притягається міжвузловий додатно заряджений йон срібла, який зв'язується з електроном і нейтралізується. В результаті утворюється нейтральний атом срібла. На цьому ж дефекті кристалика послідовно осідають і інші електрони, звільнені при фотохімічних реакціях, які також нейтралізуються додатно зарядженими йонами. Так по черзі повторюється процес виділення нейтральних атомів срібла. Кожне їх скупчення містить до декількох десятків атомів срібла, а таких скупчень у кристалику кілька. Ці скупчення атомів срібла, які знаходяться в аморфному стані, утворюють центри прихованого зображення. Під дією проявника навколо центрів прихованого зображення, як зародків кристалізації, виділяються всі сусідні атоми кристалічного срібла. Так утворюється видиме зображення на негативі [7]. У плані реалізації міжпредметних зв'язків з біологією необхідно звернути увагу студентів на найважливішу фотохімічну реакцію – фотосинтез вуглеводів (крохмалю) в зеленому листі рослини. Процес цей дуже складний, він пов'язаний з багатьма вторинними біохімічними реакціями, розгляд яких на занятті неможливий. Але суть справи зводиться до того, що за рахунок поглинання декількох (приблизно трьох) фотонів з довжиною хвилі близько 680 нм молекула хлорофілу приходить в збуджений стан (активована молекула) і, реагуючи з молекулою води, розкладає її на водень і кисень. Останній виділяється в атмосферу, а атомарний водень приєднується до оксиду вуглецю CO_2 (VI) – вуглекислому газу, внаслідок чого синтезуються вуглеводи. Фотосинтез – основа життя на Землі. Це єдиний процес, в результаті якого органічний світ за рахунок енергії випромінювання Сонця поповнює внутрішню енергію, що витрачається в процесі життєдіяльності. За сучасними уявленнями весь кисень в атмосфері Землі утворився і підтримується за рахунок фотосинтезу в листках рослин і в зелених водоростях [2].

Таким чином, існує частотна межа фотохімічних реакцій. Якщо $h\nu \leq E$, то реакція не відбувається, поглинання світла в цьому разі приводить до збільшення внутрішньої енергії тіла. Умова $h\nu \geq E$ ще не є достатньою для початку реакції. Якщо речовина прозора для світла даної частоти, то фотохімічних перетворень не виникає.

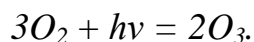
Під дією світла відбувається перетворення жовтого фосфору на червоний. При цьому надлишок енергії атоми фосфору випромінюють у вигляді холодного світла. Особливо бурхливо під дією прямих сонячних променів відбувається реакція між хлором і воднем. Квант світла, падаючи на

молекулу хлору, розщеплює її на два атоми:

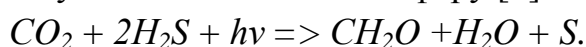


Атомарний хлор хімічно активний і дає початок вторинним хімічним реакціям, у результаті яких утворюється хлороводень.

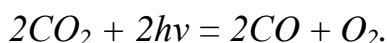
Під дією квантів ультрафіолетового випромінювання три молекули кисню об'єднуються в дві молекули озону:



В організмі деяких бактерій відбувається досить складна реакція фотосинтезу, внаслідок якої молекула вуглекислого газу об'єднується з двома молекулами сірководню, утворюючи мурашиний альдегід і воду, а атоми сульфуру (сірки) при цьому виділяються в атмосферу [3]:



Найбільше значення в природі має реакція фотосинтезу, що відбувається в зеленій частині рослин за наявності хлорофілу. На першій стадії вуглекислий газ розкладається на оксид карбону (IV) й кисень:



З'єднуючися із водою, оксид карбону (IV) утворює мурашиний альдегід, який у процесі полімеризації приводить до утворення вуглеводнів, зокрема глюкози. Чистий кисень при цьому виділяється в атмосферу. Завдяки реакції фотосинтезу зелені рослини щодня утворюють приблизно 1 млрд тонн органічних речовин і виділяють понад 1,1 млрд тонн кисню, підтримуючи таким чином сталу кількість кисню в атмосфері. Поглинаючи кванти світла, що надходять від Сонця, й вуглекислий газ із повітря, рослини забезпечують нас продуктами харчування й киснем для дихання [9].

Одним з найпоширеніших застосувань фотоелементів у техніці є використання їх у звуковому кіно для відтворення звуку, записаного на кінострічці у вигляді звукової доріжки. Щоб студенти зрозуміли, як утворюється звукова доріжка, слід дати принцип звукозапису на самостійне опрацювання [4].

Можна дати на самостійне ознайомлення використання фотоемульсійного методу в ядерній фізиці, що його розробили радянські вчені Л. В. Мисовський і А. П. Жданов [5].

На занятті пропонується зробити дві вправи: 1. Дається фотовідбиток, отриманий контактним способом з паперової кальки, на якій тушшю зроблений малюнок або написаний текст. Яким чином отриманий цей відбиток. 2. Дається негатив і діапозитив. Потрібно відповісти, як вони отримані. В якості домашнього завдання можна запропонувати кілька дослідів з фотопапером: 1. фотопластинки або фотоплівку (негатив) прикладіть до світлочутливого шару фотопаперу і засвітіть її протягом тривалого часу. Описати і пояснити його

результат. 2. Накласти на фотопапір два квадратики, вирізаних з червоного і синього целофану, і засвітити його. Описати результати досліду і пояснити їх (можна користуватися кольоровими скельцями). 3. За допомогою збиральної лінзи отримати зображення нитки розжарювання електричної лампи на листку фотопаперу. Протягом декількох хвилин не міняти положення і розмірів зображення. Описати і пояснити результати досвіду [6].

Можна запропонувати студентам самостійно докладніше розібрати механізм *сенсibilізованих реакцій*. У деяких випадках фотохімічні реакції відбуваються навіть в інтервалі частот, які не викликають фотохімічних перетворень у тілі. Щоб це здійснити, треба до даної речовини додати іншу, яка поглинає світло даної частоти (сенсibilізатор). Молекула сенсibilізатора, вбираючи фотон, переходить у збуджений стан, в якому може перебувати певний час. Зіткнувшись у такому стані з молекулою вихідної речовини, вона може викликати в останній перетворення.

Підкреслюють велике значення сенсibilізованих реакцій. До речі, асиміляція вуглецю в процесі фотосинтезу — також сенсibilізована реакція. Роль сенсibilізатора виконує хлорофіл листя рослин. Сенсibilізація використовується досить широко у фотографії для підвищення чутливості фотоматеріалів до червоної та інфрачервоної ділянок спектра [5].

Особливо важливе значення мають сенсibilізатори під час поглинання світла живими організмами. Роль сенсibilізаторів у цих випадках виконують еозин, метиленова синька, хлорофіл у рослин та порфірин у тварин.

Теплова дія сонячного світла застосовується в медицині для лікування. Сонцелікування, або *геліотерапію*, застосовують як природний засіб гартування організму. У процесі геліотерапії на організм людини одночасно діють видимі, інфрачервоні та ультрафіолетові кванти світла. Кванти видимого світла спричиняють деяке нагрівання тіла, що збуджує нервову систему. Енергія інфрачервоних квантів частково перетворюється на теплову енергію м'яких тканин, а частково використовується організмом для утворення ферментів і гормонів. Ультрафіолетові кванти зумовлюють фотохімічні реакції, внаслідок яких у тканинах утворюється вітамін *D* й виникає пігментація шкіри.

Дозування сонячної радіації під час геліотерапії здійснюється за допомогою актинометрів і розрахункових таблиць. У лікувальній практиці за біологічну дозу сонячної радіації приймають таку кількість сонячної енергії, яка поглинається м'якими тканинами протягом 20 хв. Проте доза сонячної радіації, вимірювана за проміжком часу опромінювання, має значні індивідуальні відхилення й потребує корекції в процесі лікування.

Геліотерапію проводять в аеросоляріях, на пляжах або на відкритих майданчиках. Але можлива геліотерапія й концентрованими променями за допомогою світлових ванн. Світлова ванна являє собою каркас циліндричної

форми, на внутрішніх стінках якого змонтовані лампи розжарювання потужністю по 40 Вт кожна. Лампи з'єднані між собою паралельно в дві групи, що дає змогу вмикати їх окремими групами (секціями) або обидві секції одночасно. Світлотеплова ванна для тулуба має 12, а ванна для кінцівок — 6 або 8 ламп. У цьому випадку тіло хворого зазнає дії інфрачервоних та видимих променів світла й одночасно з цим — теплого повітря, яке прогрівається променями до 40-70 °С [3]. На закінчення вивчення даної теми пропонуємо самостійну роботу.

Висновки. Отже, нами було доведено, що вплив принципу індивідуалізації на процес формування предметних компетентностей при вивченні хімічної та теплової дії світла у студентів є очевидним, оскільки врахування вікових та індивідуальних особливостей студентів дає можливість швидко адаптуватись до вузівських умов і подальшому повноцінному розвитку, активізуватись в процесі навчання, а також забезпечують інтелектуальний розвиток студента, його мислення, самооцінку, сформувати в них здатність реалізуватись і застосовувати набуті фізичні знання в житті. Вважаємо, що формування предметних компетентностей у студентів не може бути забезпечене без засобів індивідуалізації навчання, знання і застосування яких потребує постійного творчого пошуку й удосконалення.

Список використаної літератури:

1. Атаманчук П. С. Інноваційні технології управління навчанням фізики : монографія / Атаманчук П. С. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет, інформаційно-видавничий відділ, 1999. – 174 с.
2. Атаманчук П. С. Дидактичні основи формування фізико-технологічних компетентностей учнів : монографія / Атаманчук П. С., Панчук О. П. – Кам'янець-Подільський : К-ПНУ, 2011. – 252 с.
3. Шевченко А.Ф. Основи медичної і біологічної фізики: підручник./А.Ф. Шевченко. – К.: Медицина, 2008. – 656 с.
4. Гончаренко С.У., Розенберг М.Й. Методика навчання фізики в середній школі./С.У. Гончаренко, М.Й. Розенберг – К.: “Радянська школа”, 1974. – 232 с.
5. Борбат О.М., Смолянець В.В. Методика викладання оптики./О.М. Борбат, В.В. Смолянець. – К.: “Радянська школа”, 1978. – 110 с.
6. Резніков Л.І. Фізична оптика в середній школі./ Л.І. Резніков – М.: “Просвещение”, 1971. – 264 с.
7. Фізика. Оптика і хвилі. Під ред. Ахматова А.С. – М.: “Наука”, 1973. – 400 с.

8. Методика преподавания физики в 8 – 10 классах средней школы. Часть 2 / Под ред. В.П. Орехова и А.В. Усовой. – М.: “Просвещение”, 1980. – 348 с.
9. Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М. Медична і біологічна фізика. / Л.Ф. Ємчик, Я.М. Кміт // Підручник. – Львів: Світ, 2003. – 592 с.

The article gives methodical features of the study of the chemical and thermal effects of light. The important role of individualization of training in the process of studying this topic as one of the main factors of its success is substantiated. The expediency of taking into account the age and individual characteristics of students is proved, which makes it possible to quickly adapt to Vyshiv conditions, to activate in the process of learning, and to form in them the ability to self-realization and apply the acquired physical knowledge in life.

Key words: *chemical effect of light, methodical recommendations, subject competences, individualization of training, physics.*

УДК 517.5

Сорич В. А., кандидат фізико-математичних наук, доцент,
Сорич Н. М., кандидат фізико-математичних наук, доцент

НАБЛИЖЕННЯ ЛІНІЙНИХ КОМБІНАЦІЙ. С-ПЕРЕДУЮЧИХ ПАР ФУНКЦІЙ ВИСОКОЇ ГЛАДКОСТІ

Знайдемо асимптотичні рівності для верхніх меж наближень лінійних комбінацій класів функцій високої гладкості, що перебувають у відношенні С-передуювання, інтерполяційними тригонометричними поліномами.

Ключові слова: *L та С-передуювання пар, регулярна функція, інтерполяційний тригонометричний многочлен.*

Стаття присвячена знаходженню швидкості наближення класів функцій високої гладкості (регулярних на всій комплексній площині) інтерполяційними многочленами в середньому.

Постановка задачі. Нехай $f(x)$ — довільна 2π — періодична неперервна функція, через

$\tilde{S}_n(f; x)$ будемо позначати тригонометричний поліном порядку n , що інтерполює $f(x)$ у точках $x_k^{(n)} = 2k\pi/(2n+1)$, $k = 0, 1, \dots, 2n$, тобто такий, що

$$\tilde{S}_n(f; x_k^{(n)}) = f(x_k^{(n)}), k = 0, 1, \dots, 2n.$$

(1)

Інтерполяційний тригонометричний поліном $\tilde{S}_n(f; x)$ можна записати в явному вигляді наступним чином

$$\begin{aligned} & \tilde{S}_n(f; x) \\ &= \frac{a_0^{(n)}}{2} + \sum_{k=1}^n (a_k^{(n)} \cos kx + b_k^{(n)} \sin kx), \end{aligned} \quad (2)$$

де

$$\begin{aligned} a_k^{(n)} &= \frac{2}{2n+1} \sum_{i=0}^{2n} f(x_i^{(n)}) \cos kx_i^{(n)}, k \\ &= 0, 1, \dots, \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} b_k^{(n)} &= \frac{2}{2n+1} \sum_{i=0}^{2n} f(x_i^{(n)}) \sin kx_i^{(n)}, k \\ &= 0, 1, \dots. \end{aligned} \quad (4)$$

У даній роботі досліджуються величини $\tilde{\rho}_n(f; x) = f(x) - \tilde{S}_{n-1}(f; x)$, коли функції $f(x)$ допускають зображення у вигляді згорток з фіксованими ядрами, а також верхні межі цих відхилень по класу функцій високої гладкості.

Отже, нехай L -простір сумовних 2π — періодична функція із нормою $\|f\|_L \int_0^{2\pi} |f(x)| dx$. Нехай $L^{\bar{\psi}}$ — клас сумовних 2π — періодичних $\bar{\psi}$ — інтегровних в сенсі Степанця (див., напр., [1, с.1069-1113]) функцій, що допускають зображення у вигляді згорток

$$L^{\bar{\psi}} = \left\{ f(x) = \frac{a_0}{2} + \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \psi(x-t)\varphi(t) dt, \|\varphi\|_L \leq 1, \varphi \perp 1, a_0 \in R \right\},$$

з фіксованими ядрами $\psi(t)$ вигляду

$$\begin{aligned} & \psi(t) \\ &= \sum_{k=1}^{\infty} (\psi_1(k) \cos kt + \psi_2(k) \sin kt), \end{aligned} \quad (5)$$

а підмножину неперервних функцій із класу $L^{\bar{\psi}}$ будемо позначати через $C^{\bar{\psi}}$ при цьому функцію $\psi(t)$ називають $\bar{\psi}$ — похідною $f(x)$ ($f^{\bar{\psi}}(x) = \varphi(x)$).

В роботі [2] введено поняття L - передування, $\bar{\psi}$ - похідна (поняття порядку $\bar{\psi}$ — похідних) та дослідження умови, що це забезпечують. Коротко приведемо ці поняття.

Нехай $\bar{\psi} = (\psi_1(n); \psi_2(n))$, $\bar{\varphi} = (\varphi_1(n); \varphi_2(n))$ — пари довільних послідовностей дійсних чисел. Будемо казати, що пара $\bar{\psi} \bar{L}$ — передує пар: $\bar{\varphi}$, якщо $L^{\bar{\varphi}} \leq L^{\bar{\psi}}$ і при цьому писати $\bar{\psi} \leq^L \bar{\varphi}$.

В [2] доведено, що при $\bar{\psi}(n) = \sqrt{\psi_1^2(n) + \psi_2^2(n)} \neq 0$ і $\bar{\varphi}(n) = \sqrt{\varphi_1^2(n) + \varphi_2^2(n)} \neq 0, k \in N$, із L-передування ($\bar{\psi} \leq^L \bar{\varphi}$) випливає, що для довільної функції $f(x) \in L^{\bar{\psi}}$ знайдеться $f^{\bar{\psi}}(x)$ похідна, причому $f^{\bar{\psi}}(x) \in L^{\bar{\eta}}$, де пара $\bar{\eta} = (\eta_1(n); \eta_2(n))$, задовольняє умовам

$$\begin{aligned} \eta_1(n) &= \frac{\varphi_1(n)\psi_1(n) + \varphi_2(n)\psi_2(n)}{\bar{\psi}^2(n)}, \\ \eta_2(n) &= \frac{\varphi_2(n)\psi_1(n) + \varphi_1(n)\psi_2(n)}{\bar{\psi}^2(n)}. \end{aligned} \tag{6}$$

Окрім вище сказаного справедлива рівність $S\left[\left(f^{\bar{\psi}}\right)^{\bar{\eta}}\right] = S[f^{\bar{\varphi}}]$. Якщо тригонометричний ряд

$$\sum_{k=1}^{\infty} (\eta_1(k) \cos kt - \eta_2(k) \sin kt),$$

де послідовності $\eta_1(n), \eta_2(n)$ задовольняють попереднім рівностям, є рядом Фур'є деякої сумовної функції $\mathcal{D}_\eta(t)$, то $\bar{\psi} \leq^L \bar{\varphi}$.

Розглянемо тепер підмножину неперервних функцій $C^{\bar{\psi}}$. Щоб отримати неперервні «молодші» похідні введемо поняття C — передування пар $\bar{\varphi}$ та $\bar{\psi}$. Будемо писати $\bar{\psi} \leq^C \bar{\varphi}$ (пара $\bar{\psi}$ C — передує парі $\bar{\varphi}$), якщо для функції $f(x) \in C^{\bar{\varphi}}$ знайдеться неперервна $\bar{\psi}$ — похідна.

Будемо розглядати далі пари $\bar{\psi}_i = (\psi_{i,1}(n); \psi_{i,2}(n))$, які C — передують задані парі $\bar{\psi} = (\psi_1(n); \psi_2(n))$ ($i = \overline{1, m}$), у випадку $m = 1, \psi_{1,1}(n) \equiv \psi_1(n), \psi_{1,2}(n) \equiv \psi_2(n)$. При цьому для функції $f(x) \in C^{\bar{\psi}}$ пари $\bar{\eta} = (\eta_{i,1}(n); \eta_{i,2}(n))$ підпорядковані умові (6),

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\bar{\eta}_i(n+1)}{\bar{\eta}_i(n)} &= 0, \quad \bar{\eta}_i(n) \\ &= \sqrt{\bar{\eta}_{i,1}^2(n) + \bar{\eta}_{i,2}^2(n)}. \end{aligned} \tag{7}$$

Нехай, далі, пари $\bar{\psi}_i$ C — передують пар: $\bar{\psi}_i$ пари $\bar{\eta}_i$ задовольняють умову (6). Позначимо

$$\sum_{n,m} (f; x) = \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1) \left(f^{\bar{\psi}_i}(x) - \tilde{S}_n(f^{\bar{\psi}_i}; x) \right).$$

В даній роботі встановлюється поведінка при $n \rightarrow \infty$ величини

$$\begin{aligned} &\tilde{\mathcal{E}}_{n,m} \left(C^{\bar{\psi}} \right)_L \\ &= \sup_{f \in C^{\bar{\psi}}} \left\| \sum_{n,m} (f; x) \right\|_L, \end{aligned} \tag{8}$$

яка характеризує наближення лінійної комбінації C — передуючих пар функцій $(\bar{\psi}_i$ — похідних) інтерполяційними поліномами в метриці простору L .

Зазначимо також (див., напр., [3, с.88]), що функції, які задовольняють умови (6), можна розглядати як звуження на дійсну вісь функцій, регулярних на всій комплексній площині.

Основні результати.

Теорема. Якщо пари $\bar{\psi}_i$ C — передують парі $\bar{\psi}$ і пари $\bar{\eta}_i$ задовольняють умову (7), то при $n \rightarrow \infty$ має місце асимптотична рівність

$$(9) \quad \tilde{\varepsilon}_{n,m} (C\bar{\psi})_L = \frac{16M_{n+1}}{\pi^2} + O(1)\bar{\psi}(n+1) \left(\frac{1}{n} + \varepsilon_n \right),$$

де

$$M_{n+1} = \sqrt{A_{n+1}^2 + B_{n+1}^2}, \quad A_{n+1} = \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1)\eta_{i,1}(n+1),$$

$$B_{n+1} = \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1)\eta_{i,2}(n+1), \quad \varepsilon_n = \max_{1 \leq i \leq m} \varepsilon_{n,i}, \quad \varepsilon_{n,i} = \sup_{k \geq n} \alpha_{k,i},$$

$$\alpha_{k,i} = \frac{\bar{\eta}_i(k+1)}{\bar{\eta}_i(k)}, \quad \bar{\varphi}(n) = \sqrt{\varphi_1^2(n) + \varphi_2^2(n)}, \quad \bar{\eta}_i(n) = \sqrt{\eta_{i,1}^2(n) + \eta_{i,2}^2(n)},$$

$O(1)$ — величина, рівномірно обмежена по n, ψ, ψ_i .

Доведення. Якщо функція $f(x) \in C\bar{\psi}$, то можемо записати таку рівність

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \frac{1}{n} \int_0^{2\pi} \left(\sum_{k=1}^{\infty} (\psi_1(k) \cos k(x-t) + \psi_2(k) \sin k(x-t)) \right) \varphi(t) dt =$$

$$= S_n(f; x) + \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \sum_{k=n+1}^{\infty} (\psi_1 \cos k(t-x) + \psi_2 \sin k(t-x)) \varphi(t) dt,$$

де $S_n(f; x)$ — частинна сума порядку n ряду Фур'є функції $f(x)$, а $\varphi(x)$ — сумовна на $(0; 2\pi)$ функція, $\varphi(t) = f\bar{\psi}(t)$.

В роботі [4, с. 28] (див., також, [5, с. 213]) приведені формули, що пов'язують коефіцієнти Фур'є функції $f(x)$ a_k, b_k та інтерполяційного многочлена $\tilde{S}_n(f; x)$ $a_k^{(n)}, b_k^{(n)}$

$$a_k^{(n)} = a_k + \sum_{\mu=1}^{\infty} (a_{\mu(2n+1)+k} + a_{\mu(2n+1)-k}), k = \overline{0, n};$$

$$b_k^{(n)} = b_k + \sum_{\mu=1}^{\infty} (b_{\mu(2n+1)+k} + b_{\mu(2n+1)-k}), k = \overline{1, n}.$$

Проводячи аналогічні міркування до проведених в роботі [6], запишемо

$$f(x) - \tilde{S}_n(f; x) =$$

$$= \frac{1}{n} \int_0^{2\pi} (\psi_1(n+1) \cos(n+1)(t-x) + \psi_2(n+1) \sin(n+1)(t-x)) \varphi(t) dt =$$

$$= \frac{1}{n} \int_0^{2\pi} (\psi_1(n+1) \cos((n+1)t + nx) + \psi_2(n+1) \sin((n+1)t + nx)) \varphi(t) dt$$

$$+ \rho_{n+2}(f; x), (10)$$

де $\rho_{n+2} = f(x) - S_{n+2}(f; x)$.

Здійснивши відповідні перетворення із (10) отримаємо

$$f(x) - \tilde{S}_n(f; x) = \frac{2}{\pi} \sin \frac{2n+1}{2} x \int_0^{2\pi} (\psi_1(n+1) \sin((n+1)t - \frac{x}{2}) + \psi_2(n+1) \times$$

$$(11)$$

$$\times \cos((n+1)t - \frac{x}{2})) \varphi(t) dt + \rho_{n+2}(f; x).$$

Виберемо функцію $f(x) \in C^{\bar{\psi}}$ і нехай пари $\bar{\psi}_i \in C$ — передують парі $\bar{\psi}$, тоді похідна $f^{\bar{\psi}_i}$ належить класу $C^{\bar{\eta}_i}$ (див. [2], с.8), а пари $\bar{\eta}_i$ задовольнятимуть рівностям (6). В силу (11) отримаємо, що

$$f^{\bar{\psi}_i}(x) - \tilde{S}_n(f^{\bar{\psi}_i}; x)$$

$$= \frac{2}{\pi} \sin \frac{2n+1}{2} x \int_0^{2\pi} (\eta_{i,1}(n+1) \sin((n+1)t - \frac{x}{2}) + \eta_{i,2}(n+1) \times$$

$$\times \cos((n+1)t - \frac{x}{2})) \varphi(t) dt + \rho_{n+2}(f^{\bar{\psi}_i}; x),$$

а відповідно для лінійної комбінації C — передуючих пар $\bar{\psi}_i$ будемо мати

$$\sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1) (f^{\bar{\psi}_i}(x) - \tilde{S}_n(f^{\bar{\psi}_i}; x))$$

$$= \frac{2}{\pi} \sin \frac{2n+1}{2} x \int_0^{2\pi} \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1) (\eta_{i,1}(n+1) \times$$

$$\times \sin\left((n+1)t - \frac{x}{2}\right) + \eta_{i,2}(n+1) \cos\left((n+1)t - \frac{x}{2}\right)) \varphi(t) dt + \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1) + \rho_{n+2}(f\bar{\psi}_i; x).$$

(12)

Позначимо через A_{n-1} та B_{n-1} наступні суми

$$A_{n-1} = \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1) \eta_{i,1}(n+1), \quad B_{n-1} = \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1) \eta_{i,2}(n+1), \quad \text{а } \operatorname{tg} \theta_n = \frac{A_{n+1}}{B_{n+1}}.$$

Тоді із (12) одержимо

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1) \left(f\bar{\psi}_i(x) - \tilde{S}_n(f\bar{\psi}_i; x) \right) = \frac{2}{\pi} \sin \frac{2n+1}{2} x \int_0^{2\pi} \times \\ & \times \left[\sum_{i=1}^m A_{m+1} \sin\left((n+1)t - \frac{x}{2}\right) + B_{m+1} \cos\left((n+1)t - \frac{x}{2}\right) \right] \varphi(t) dt = \\ & = \frac{2}{\pi} \sin \frac{2n+1}{2} x \int_0^{2\pi} M_{n+1} \left(\sin \left((n+1)t - \frac{x}{2} + \theta_n \right) \right) \varphi(t) dt + \\ & + \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1) \rho_{n+2}(f\bar{\psi}_i; x), \end{aligned} \quad (13)$$

де $M_{n+1} = \sqrt{A_{n+1}^2 + B_{n+1}^2}$.

Оцінимо тепер другий доданок в (13). Очевидно, що

$$\begin{aligned} & \left\| \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1) \rho_{n+2}(f\bar{\psi}_i; x) \right\|_L \\ & \leq \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1) \left\| \rho_{n+2}(f\bar{\psi}_i; x) \right\|_L. \end{aligned} \quad (14)$$

Для функції $f\bar{\psi}_i \in C^{\bar{\eta}_i}$ для величини $\rho_{n+2}(f\bar{\psi}_i; x)$ справедлива оцінка

$$\begin{aligned} & \left\| \rho_{n+2}(f\bar{\psi}_i; x) \right\|_L = \left\| \frac{1}{\pi} \sum_{k=n+2}^{\infty} (\eta_{i,1}(k) \cos kt + \eta_{i,2}(k) \sin kt) \right\|_L = \\ & \left\| \frac{1}{\pi} \sum_{k=n+2}^{\infty} \bar{\eta}_i(k) \cos \left(kt + \frac{Bk\pi}{2} \right) \right\|_L \leq \sum_{k=n+2}^{\infty} \bar{\eta}_i(k) \left\| \frac{1}{\pi} \cos \left(kt + \frac{Bk\pi}{2} \right) \right\|_L = \end{aligned}$$

$$= 4 \sum_{k=n+2}^{\infty} \bar{\eta}_i(k).$$

В силу нерівностей (14) - (15) отримаємо

$$\begin{aligned} & \left\| \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1) \rho_{n+2}(f\bar{\psi}_i; x) \right\|_L \\ & \leq 4 \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1) \sum_{k=n+2}^{\infty} \bar{\eta}_i(k). \end{aligned} \quad (16)$$

За умовою (7) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\bar{\eta}_i(n+1)}{\bar{\eta}_i(n)} = 0$, тому $\bar{\eta}_i(n+1) = \alpha_{n,i} \bar{\eta}_i(n)$, де $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_{n,i} = 0$, $i = \overline{1, m}$. Виберемо $\varepsilon_{n,i}$ вигляду $\varepsilon_{n,i} = \sup_{k \geq n} \alpha_{k,i}$, тоді додатні послідовності $\varepsilon_{n,i}$ є спадними до нуля та $\varepsilon_{n,i} \geq \alpha_{n,i}$, $n \in N$, а також справедлива нерівність $\bar{\eta}_i(n+1) \leq \varepsilon_{n,i} \bar{\eta}_i(n)$. З останньої нерівності випливають такі

$$\bar{\eta}_i(n+k) \leq \varepsilon_{n,i}^k \bar{\eta}_i(n), \quad n, k \in N, i = \overline{1, m}.$$

Тому, оскільки $\lim_{n \rightarrow \infty} \varepsilon_{n,i} = 0$, будемо мати

$$\begin{aligned} \sum_{k=n+2}^{\infty} \bar{\eta}_i(k) &= \sum_{k=2}^{\infty} \bar{\eta}_i(n+k) \leq \sum_{k=2}^{\infty} \varepsilon_{n,i}^{k-1} \bar{\eta}_i(n+1) = \frac{\bar{\eta}_i(n+1) \varepsilon_{n,i}}{1 - \varepsilon_{n,i}} \\ &\leq \varepsilon_{n,i} \bar{\eta}_i(n+1), \end{aligned}$$

В роботі [2, с.8] встановлена рівність $\bar{\psi}_i(n+1) \bar{\eta}_i(n+1) = \bar{\psi}(n+1)$.

Враховуючи її, отримаємо оцінку

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1) \sum_{k=n+2}^{\infty} \bar{\eta}_i(k) &\leq \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1) \bar{\eta}_i(n+1) \varepsilon_{n,i} = \\ &= \bar{\psi}(n+1) \sum_{i=1}^m \varepsilon_{n,i} \\ &= O(1) \bar{\psi}(n+1) \varepsilon_n, \end{aligned} \quad (17)$$

де $\varepsilon_n = \max_{1 \leq i \leq m} \varepsilon_{n,i}$, а $O(1)$ — величина, рівномірно обмежена по x, n, f .

Із співвідношень (13) – (17) робимо висновок

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1) \left(f\bar{\psi}_i(x) - \tilde{S}_n(f\bar{\psi}_i; x) \right) \\ &= \frac{2M_{n+1}}{\pi} \sin \frac{2n+1}{2} x \int_0^{2\pi} \sin \left((n+1)t - \frac{x}{2} + \theta_n \right) \times \\ & \times \varphi(t) dt + O(1) \bar{\psi}(n+1) \varepsilon_n, \end{aligned} \quad (18)$$

де $O(1)$ — величина, рівномірно обмежена по x, n, f .

Нехай, далі

$$L_n = \sup_{\substack{\|\varphi\|_{L^1} \leq 1 \\ \varphi \perp 1}} \left\| \sin \frac{2n+1}{2} x \int_0^{2\pi} \sin \left((n+1)t - \frac{x}{2} + \theta_n \right) \varphi(t) dt \right\|.$$

Знайдемо асимптотично точну оцінку величини L_n при $n \rightarrow \infty$. Таку оцінку вдається отримати, скориставшись ідеями С. М. Нікольського ([5], §2).

Нехай $M = L_\infty$ — простір функцій $y = y(t)$, вимірних і суттєво обмежених на $[0; 2\pi]$ з нормою $\|y\|_M = \|y\|_{L_\infty}$. Легко побачити, що

$$\begin{aligned} L_n &= \sup_{\substack{\|\varphi\|_{L^1} \leq 1 \\ \varphi \perp 1}} \sup_{\|\varphi\|_{L_\infty} \leq 1} \int_0^{2\pi} y(x) \int_0^{2\pi} \sin \frac{2n+1}{2} x \sin \left((n+1)t - \frac{x}{2} + \theta_n \right) \varphi(t) dt dx = \\ &= \sup_{\|\varphi\|_{L_\infty} \leq 1} \sup_{\substack{\|\varphi\|_{L^1} \leq 1 \\ \varphi \perp 1}} \int_0^{2\pi} \varphi(x) \int_0^{2\pi} \sin \frac{2n+1}{2} x \sin \left((n+1)t - \frac{x}{2} \right. \\ & \left. + \theta_n \right) y(t) dx dt. \end{aligned} \quad (19)$$

В роботі [5], (с. 214) одержано таке твердження

Лема. Нехай $f(x)$ — неперервна на $[a, b]$ функція, тоді

$$\sup_{\|\varphi\|_{L_{[a,b]}} \leq 1} \int_b^a f(t) \varphi(t) dt = \frac{1}{2} \left\{ \max_t f(t) - \min_t f(t) \right\} = \frac{1}{2} \max_{t_1, t_2 \in [a, b]} \{f(t_1) - f(t_2)\}.$$

Із наведеної леми, а також з рівностей (19) випливає

$$\begin{aligned} L_n &= \sup_{\|y\|_{L_\infty} \leq 1} \left\{ \frac{1}{2} \max_{t_1, t_2} \int_0^{2\pi} \sin \frac{2n+1}{2} x \left[\sin \left((n+1)t_1 - \frac{x}{2} + \theta_n \right) \right. \right. \\ & \left. \left. - \sin \left((n+1)t_2 - \frac{x}{2} + \theta_n \right) \right] y(x) dx \right\} = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} \max_{t_1, t_2} \int_0^{2\pi} \left| \sin \frac{2n+1}{2} x \left[\sin \left((n+1)t_1 - \frac{x}{2} + \theta_n \right) \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. - \sin \left((n+1)t_2 - \frac{x}{2} + \theta_n \right) \right] \right| dx = \\
 &= \max_{t_1, t_2} \int_0^{2\pi} \left| \sin \frac{2n+1}{2} x \cos \left((n+1) \frac{t_1 + t_2}{2} - \frac{x}{2} + \theta_n \right) - \sin(n+1) \frac{t_1 + t_2}{2} \right| dx = \\
 &= \max_{0 \leq \beta \leq \frac{2\pi}{2n+1}} \int_0^{2\pi} \left| \sin \frac{2n+1}{2} x \sin \frac{x - \beta}{2} \right| dx. \tag{20}
 \end{aligned}$$

Якщо $\beta \in \left[0; \frac{2\pi}{2n+1}\right]$, то $\left| \sin \frac{\beta}{2} \right| \leq \frac{\pi}{2n+1}$, тому

$$\begin{aligned}
 \left| \int_0^{2\pi} \left| \sin \frac{2n+1}{2} x \right| \left(\sin \frac{x}{2} - \left| \sin \frac{x - \beta}{2} \right| \right) dx \right| &\leq \frac{\pi}{2n+1} \int_0^{2\pi} \left| \sin \frac{2n+1}{2} x \right| dx \\
 &= \frac{4\pi}{2n+1} = O(1) \frac{1}{n}.
 \end{aligned}$$

Отже,

$$\begin{aligned}
 \max_{0 \leq \beta \leq \frac{2\pi}{2n+1}} \int_0^{2\pi} \left| \sin \frac{2n+1}{2} x \sin \frac{x - \beta}{2} \right| dx \\
 = \int_0^{2\pi} \left| \sin \frac{2n+1}{2} x \right| \sin \frac{x}{2} dx + \frac{O(1)}{n}. \tag{21}
 \end{aligned}$$

Враховуючи співвідношення (20) та (21) для величини L_n в (19) маємо

$$\begin{aligned}
 L_n &= \int_0^{2\pi} \left| \sin \frac{2n+1}{2} x \right| \sin \frac{x}{2} dx + \frac{O(1)}{n} \\
 &= \frac{1}{2} \sum_{k=0}^{2n} (-1)^k \int_{x_k^{(n)}}^{x_{k+1}^{(n)}} (\cos nx - \cos(n+1)x) dx + \frac{O(1)}{n} = \\
 &= \frac{1}{2n} \sum_{k=0}^{2n} (-1)^k \left(\sin \frac{(2k+2)n\pi}{2n+1} - \sin \frac{2kn\pi}{2n+1} \right) - \frac{1}{2(n+1)} \sum_{k=0}^{2n} (-1)^k \times \\
 &\quad \times \left(\sin \frac{(2k+2)(n+1)\pi}{2n+1} - \sin \frac{2k(n+1)\pi}{2n+1} \right) + \frac{O(1)}{n} =
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2n} \sum_{k=0}^{2n} (-1)^k \left(\sin \left((k+1)\pi - \frac{(k+1)\pi}{2n+1} \right) - \sin \left(k\pi + \frac{k\pi}{2n+1} \right) \right) - \\
 &- \frac{1}{2(n+1)} \sum_{k=0}^{2n} (-1)^k \left(\sin \left((k+1)\pi - \frac{(k+1)\pi}{2n+1} \right) - \sin \left(k\pi + \frac{k\pi}{2n+1} \right) \right) + \frac{O(1)}{n} \\
 &= \\
 &= \frac{2n+1}{2n(n+1)} \sum_{k=0}^{2n} \left(\sin \frac{(k+1)\pi}{2n+1} + \sin \frac{k\pi}{2n+1} \right) \\
 &+ \frac{O(1)}{n}. \tag{22}
 \end{aligned}$$

Величини

$$\sigma_n = \sum_{k=0}^{2n} \frac{2\pi}{2n+1} \sin \frac{k\pi}{2n+1}$$

є інтегральною сумою функції $\sin \frac{x}{2}$ розбиттям $\tau = \{x_k^{(n)}\}_{k=0}^{2n+1}$ проміжку $[0; 2\pi]$, а також

$$\left| \int_0^{2\pi} \sin \frac{x}{2} dx - \sigma_n \right| = |4 - \sigma_n| = \frac{O(1)}{n}.$$

Тому, а силу (22) отримаємо

$$\begin{aligned}
 &L_n \\
 &= \frac{8}{\pi} + \frac{O(1)}{n}. \tag{23}
 \end{aligned}$$

Із співвідношень (9), (18), (21), (23) отримаємо

$$\tilde{\varepsilon}_{n,m} \left(C\bar{\psi} \right)_L = \frac{16}{\pi^2} M_{n+1} + O(1) \frac{M_{n+1}}{n} + O(1) \bar{\psi}(n+1) \varepsilon_n. \tag{24}$$

Для доведення теореми залишилося позначити, що

$$M_{n+1} = O(1) \bar{\psi}(n+1). \tag{25}$$

В силу виконання нерівності

$$\bar{\eta}_{i,1}(n+1) \leq \bar{\eta}_i(n+1) = \sqrt{\eta_{i,1}^2(n+1) + \eta_{i,2}^2(n+1)}$$

Маємо (див. [2], с.8)

$$\eta_{i,1}(n+1) \bar{\psi}_i(n+1) \leq \eta_i(n+1) \bar{\psi}_i(n+1) = \bar{\psi}(n+1),$$

а, отже,

$$0 \leq \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1) \eta_{i,1}(n+1) = A_{n+1} \leq m \bar{\psi}(n+1).$$

Має місце також нерівність

$$0 \leq \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1)\eta_{i,2}(n+1) = B_{n+1} \leq m\bar{\psi}(n+1),$$

звідки впливає справедливість оцінки (25). Об'єднуючи (24) та (25), маємо: $n \rightarrow \infty$

$$\tilde{\varepsilon}_{n,m} (C\bar{\psi})_L = \frac{16M_{n+1}}{\pi^2} + O(1)\bar{\psi}(n+1) \left(\frac{1}{n} + \varepsilon_n \right), n \rightarrow \infty$$

Теорему доведено.

Зауваження 1. Якщо пари $\bar{\psi}_i = (\psi_{i,1}(n); \psi_{i,2}(n))$ C – передують парі $\bar{\psi} = (\psi_1(n); \psi_2(n))$, то для величини M_{n+1} має місце нерівність

$$0 \leq M_{n+1} \leq m\bar{\psi}(n+1). \quad (26)$$

Дійсно, для довільного натурального n маємо

$$\begin{aligned} M_{n+1}^2 &= A_{n+1}^2 + B_{n+1}^2 \\ &= \left(\sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1)\eta_{i,1}(n+1) \right)^2 + \left(\sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1)\eta_{i,2}(n+1) \right)^2 = \\ &= \sum_{1 \leq i, j \leq m} \bar{\psi}_i^2(n+1) \\ &\quad + \bar{\psi}_j^2(n+1) \left(\eta_{i,1}(n+1)\eta_{i,1}(n+1) + \eta_{i,2}(n+1)\eta_{i,2}(n+1) \right). \end{aligned}$$

Використавши нерівність $ab + cd \leq \sqrt{a^2 + c^2}\sqrt{b^2 + d^2}$ будемо мати

$$\begin{aligned} \eta_{i,1}(n+1)\eta_{i,1}(n+1) + \eta_{i,2}(n+1)\eta_{i,2}(n+1) &\leq \sqrt{\eta_{i,1}^2(n+1) + \eta_{i,2}^2(n+1)} \times \\ &\sqrt{\eta_{i,1}^2(n+1) + \eta_{i,2}^2(n+1)} = \bar{\eta}_i(n+1)\bar{\eta}_i(n+1). \end{aligned}$$

Тому

$$M_{n+1}^2 \leq \sum_{1 \leq i, j \leq m} \bar{\psi}_i(n+1) \bar{\psi}_j(n+1) \bar{\eta}_i(n+1) \bar{\eta}_j(n+1)$$

В силу рівності $\bar{\psi}_i(n+1)\bar{\eta}_i(n+1) = \bar{\psi}(n+1), i = \overline{1, m}$, маємо

$$M_{n+1}^2 \leq \sum_{1 \leq i, j \leq m} \bar{\psi}^2(n+1) = m^2\bar{\psi}^2(n+1).$$

Зауваження 1 має місце.

Із приведеного зауваження 1, як наслідок, отримаємо

$$\tilde{\varepsilon}_{n,m} (C\bar{\psi})_L \leq \frac{16m}{\pi^2} \bar{\psi}(n+1) + O(1)\bar{\psi}(n+1) \left(\frac{1}{n} + \varepsilon_n \right). \quad (27)$$

Оцінка (27) впливає також із роботи [6] та очевидної нерівності

$$\tilde{\varepsilon}_{n,m} (C\bar{\psi})_L \leq \sum_{i=1}^m \bar{\psi}_i(n+1) \sup_{f \in C\bar{\psi}} \left\| f\bar{\psi}_i(x) - \tilde{S}_n(f\bar{\psi}_i; x) \right\|_L.$$

Разом із рівністю (27) справедливе також.

Зауваження 2. Існують пари $\bar{\psi}_i$ що C — передують парі $\bar{\psi}$, для яких нерівність (27) є строгою.

Нехай $m = 2$, $\bar{\psi} = (e^{-\alpha n^2}; 0)$, $\bar{\psi}_1 = (e^{-\beta n^2}; 0)$, $\bar{\psi}_2 = (0; e^{-\gamma n^2})$,

де $0 < \beta < \alpha$, $0 < \gamma < \alpha$, $r > 1$. Тоді пари $\bar{\psi}_1$ та $\bar{\psi}_2$ C – передують парі $\bar{\psi}$ і $\bar{\eta}_1 = (e^{-(\alpha-\beta)n^2}; 0)$, $\bar{\eta}_2 = (e^{-(\alpha-\gamma)n^2}; 0)$, звідки легко отримати

$$A_{n+1} = \sum_{i=1}^2 \bar{\psi}_i(n+1)\eta_{i,1}(n+1) = e^{-\alpha(n+1)^2},$$

$$B_{n+1} = \sum_{i=1}^2 \bar{\psi}_i(n+1)\eta_{i,2}(n+1) = -e^{-\alpha(n+1)^2}.$$

Пари $\bar{\eta}_1$ та $\bar{\eta}_2$ очевидно задовольняють рівність (7) і, отже, всі умови теореми виконуються. Для вказаних пар маємо

$$M_{n+1}^2 = \sqrt{e^{-2\alpha(n+1)^2} + e^{-2\alpha(n+1)^2}} = \sqrt{2}e^{-\alpha(n+1)^2} < 2e^{-\alpha(n+1)^2},$$

Зауваження 2 справедливе.

Зауваження 3. В роботі [7] отримано асимптотичні рівності для верхніх меж наближень лінійних комбінацій класів функцій високої гладкості для пар аналітичних функцій інтерполяційними тригонометричними поліномами. Для цих функцій має місце співвідношення

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\bar{\eta}_i(k+1)}{\bar{\eta}_i(k)} = q, \quad q \in (0,1)$$

Результати даної роботи тим самим доповнюють результати роботи [7] на випадок $q \in [0,1)$.

Зауваження 4. Для випадку кількох доданків лінійної комбінації $\tilde{\Sigma}_{n,m}(f; x)$ $m=1$, тобто наближення самої лише функції f із класу високої гладкості (цілі функції), асимптотично точна оцінка наближення інтерполяційними многочленами $\tilde{S}_n(f; x)$ в метриці простору L отримано в [6].

Список використаних джерел:

1. Степанец А.И. Скорость сходимости рядов Фурье на классах Ψ^- -интегралов/ А. И. Степанец // Укр. мат. журн. – 1997. – 49, №8. – С. 1069 – 1113.
2. Сорич В.А. Умови L -передуювання Ψ^- -похідних/ В.А. Сорич, Н.М. Сорич// Наукові праці Кам'янець-Подільського державного університету: зб. за підсумками звітної наукової конференції викладачів і аспірантів, присвяченої 85-й річниці Української національно-демократичної революції, 15 – 16 квітня

2002 року. В 2-х томах. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, 2002. – Т.2. – С. 6 – 9.

3. Бари Н.К. Тригонометрические ряды/ Н.К. Бари. – М.: Гос. изд-во физ.-мат. литературы, 1961. – 936 с.

4. Зигмунд А. Тригонометрические ряды: в 2-х т./ А. Зигмунд. – М.: Мир, 1965. – Т.2. – 537 с.

5. Никольский С.М. Оценки остатка суммы Фейера для периодических функций, имеющих ограниченную производную/ С.М. Никольский// Докл. АН СССР. – 1941. – 31, №3. – С. 210 – 214.

6. Сердюк А.С. Наближення періодичних функцій високої гладкості інтерполяційними тригонометричними поліномами в метриці L_1 /А.С. Сердюк// Укр. мат. журн. – 2000. – 52. №7. – С. 994 – 998.

Found asymptotic equality for the upper bounds of linear combinations of classes of functions of high smoothness, wich are in relation C-precede, by trigonometric interpolation polinomials.

Key words: L and C — precede pairs, regular function, trigonometric interpolation polinomials.

УДК 373.5.016:53

Н.В.Форкун

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ МЕХАНІКИ В СТАРШІЙ ШКОЛІ НА ЗАСАДАХ КОМПЕТЕНТНІСНОГО ПІДХОДУ: РЕЗУЛЬТАТИ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

У статті висвітлені результати проведеного педагогічного експерименту з впровадження розробленої методики навчання механіки в старшій школі на засадах компетентнісного підходу. В процесі експерименту були використані теоретичні та емпіричні методи дослідження, а також методи спостереження, анкетування, тестування, експеримент, статичні методи опрацювання результатів. Педагогічний експеримент з апробації методики навчання механіки старшокласників в аспекті компетентнісного підходу охоплював констатувальний, пошуковий та формувальний етапи дослідження. Результати підтвердили статистичну достовірність впливу запропонованої методичної системи навчання механіки в старшій школі на засадах компетентнісного підходу на формування ключових і предметних компетентностей учнів, підвищення рівня якості та дієвості знань учнів.

Ключові слова: навчання, механіка, старша школа, компетентнісний підхід, педагогічний експеримент.

Актуальність теми. В наш час гостро постає проблема вдосконалення методики навчання фізики в загальноосвітніх навчальних закладах, особливо учнів старшої школи. Сучасне суспільство орієнтує на те, щоб випускник школи був всебічно розвиненою, здатною до критичного мислення цілісною особистістю, патріотом з активною позицією, новатором, здатним змінювати навколишній світ та вчитися впродовж життя.

Постановка проблеми. Зазначені аспекти вимагають розробки нової методики навчання фізики, механіки зокрема: запровадження інноваційних технологій, новітніх досягнень у психолого-педагогічному, методичному та матеріально-технічному забезпеченні навчально-виховного процесу в аспекті компетентнісного підходу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблему удосконалення методики навчання фізики досліджували багато науковців: П.С.Атаманчук, О.І.Бугайов, Л.Ю.Благодаренко, С.П.Величко, С.Л.Вольштейн, С.У.Гончаренко, Є.В.Коршак, М.І.Садовий, В.П.Сергієнко, В.Д.Сиротюк, М.І.Шут та ін. Тому в процесі проведення педагогічного експерименту ми спирались на теоретичні засади експериментальних досліджень в педагогіці.

Окремі питання методики вивчення розділу “Механіка” розкрито у роботах П.О. Знаменського, О.В. Пьоришкіна, О.І. Бугайова, С.У. Гончаренка, Г.Я. Мякишева, Б.Б. Буховцева, О.Ф. Кабардіна, В.Ф.Савченка, А.В. Усової, В.П. Орехова, Е.Н. Горячкина, Г.В. Самсонової, Л.И. Резникова, В.Ф. Шаталова та ін.

У дисертаційних роботах Т. Попової (методичні засади розвитку системи задач з механіки у класах з поглибленим вивченням фізики, 2004), І. Семешука (формування основних понять механіки в курсі фізики середньої школи з використанням сучасних інформаційних технологій, 2005), О.Марченко (технологія вивчення теоретичного матеріалу з механіки у класах фізико-математичного профілю, 2009), О.Пасько (Методика навчання механіки у загальноосвітніх навчальних закладах на основі мультимедійних засобів, 2014), Д.Лазаренка (Методика навчання механіки в профільній школі, 2015) висвітлено лише окремі аспекти вивчення механіки.

Враховуючи тривале вивчення проблеми дослідження та роботу в загальноосвітніх навчальних закладах, ми з'ясували, що удосконалення методики навчання механіки в старшій школі на засадах компетентнісного підходу суттєво не досліджувалося і потребує подальшої методичної розробки.

Метою статті є опис організації, проведення та аналіз результатів педагогічного експерименту щодо впровадження методики навчання механіки в старшій школі на засадах компетентнісного підходу.

Методи дослідження. У відповідності до поставленої мети, виконання завдань, перевірки гіпотези у дослідженні використані загальнонаукові методи: *теоретичні*: теоретичний аналіз психолого-педагогічної та науково-методичної літератури, Державного стандарту повної загальної середньої освіти, стратегії розвитку освіти в Україні на 2012 – 2021 роки, концепції «Нової української школи», навчальних програм з фізики, підручників, посібників з метою виявлення проблем викладання механіки в умовах організації навчального процесу з позицій компетентнісного підходу; порівняння; систематизація та узагальнення; *емпіричні* – спостереження за роботою учнів і вчителів; вивчення і аналіз досвіду вчителів; бесіди з учителями, учнями; психологічні діагностики; анкетування – для виявлення проблем у вивченні; аналіз результатів моніторингових робіт, що дозволив з'ясувати питання про успішність навчання, рівні і повноту сформованості предметних компетентностей; аналіз шкільної документації; педагогічний експеримент – з метою перевірки ефективності запровадженої методики навчання механіки в старшій школі на засадах компетентнісного підходу; *статистичні* – для опрацювання результатів дослідження, підрахунку кількісних та якісних показників та виведення висновків щодо проведеного дослідження.

Виклад основного матеріалу. Педагогічний експеримент є ефективним засобом розроблення та впровадження інновацій, що лежать в основі розвитку та оновлення системи освіти. Удосконалення системи освіти в Україні безпосередньо залежить від процесу експериментування, у ході якого створюється нова освітня практика.

У Національній стратегії розвитку освіти в Україні на 2012 – 2021 роки зазначено, що сучасна філософія освіти, оновлена стратегія її реформування вимагають принципово нових наукових досліджень, обґрунтованого та послідовного впровадження передових науково-педагогічних технологій, раціональних і ефективних підходів до організації наукової та інноваційної діяльності у сфері освіти [6].

Гончаренко С.У. вважає, що педагогічний експеримент – це загальнонауковий метод пізнання, який дає можливість одержати нові знання про причинно-наслідкові відношення між педагогічними факторами, умовами, процесами за рахунок маніпулювання однією або кількома дійсними (факторами) і реєстрації відповідних змін в поведінці об'єкта чи системи, які вивчаються, та більш узагальнене: це дослідна перевірка гіпотези [5, с. 198].

Традиційні етапи педагогічного експерименту: констатувальний, пошуковий, формувальний [10].

Метою першого етапу (*констатувальний етап*) було дослідження вивчення існуючого стану досліджуваного явища та виділення вихідних

положень дослідження. Для проведення констатувального етапу було визначено та виконано такі завдання:

1. Проведено аналіз існуючих програм з фізики, аналіз підручників, методичних рекомендацій.
2. Було проаналізовано сучасні вимоги до підготовки учнів з фізики, які викладені в державному стандарті базової і повної середньої освіти, концепції «нової української школи» та науково-методичній літературі.
3. Опрацьовано відомості про стан впровадження та реалізацію принципів компетентнісного навчання під час організації навчального процесу з фізики у загальноосвітніх навчальних закладах.
4. З'ясовано, які методи та форми навчання є домінуючими, які засоби навчання найчастіше використовуються вчителями в навчальному процесі з фізики у загальноосвітніх навчальних закладах.
5. Досліджено рівень готовності учнів до впровадження розробленої методики навчання механіки в аспекті компетентнісного підходу.

На цьому етапі було проаналізовано державні документи, навчальні плани і програми, психолого-педагогічну та навчально-методичну літературу з проблеми дослідження, проводилися спостереження за навчальним процесом, вивчення результатів освітньої діяльності вчителів та навчальної діяльності учнів, анкетування, бесіди учнів та вчителів, аналіз педагогічного досвіду вчителів загальноосвітніх навчальних закладів.

Проаналізувавши отримані результати на початковому етапі педагогічного експерименту, можна стверджувати, що існують проблеми в сучасній природничо-математичній освіті. Аналіз результатів навчання старшокласників з фізики показує, що рівень сформованості знань та практичних умінь учнів, їх самостійності та готовності до подальшої самоосвіти, застосування набутих знань, умінь та навиків на практиці в різних життєвих ситуаціях значною мірою не відповідає вимогам сьогодення. Таким чином, за результатами констатуючого етапу педагогічного експерименту можна зробити висновки про актуальність теми дослідження і здійснення наступного етапу педагогічного експерименту.

Другий етап експерименту (*пошуковий етап*) мав на меті розробку теоретичних основ дослідження, методичного забезпечення та пошуку ефективних засобів, методів та організаційних форм навчання механіки в старшій школі на засадах компетентнісного підходу. На цьому етапі ми сформулювали основні аспекти проблеми дослідження, концепцію, гіпотезу і завдання.

Основними завданнями пошукового етапу були:

1. Вивчення шляхів здійснення компетентнісно орієнтованого навчального процесу з механіки.
2. Вивчення провідних форм та методів навчання на засадах компетентнісного підходу.
3. Розробка методичної системи навчання механіки в старшій школі на засадах компетентнісного підходу.

Результати пошукового етапу експерименту:

1. Встановлено, що для компетентнісно орієнтованого навчального процесу з фізики необхідно використання інноваційних методів та технологій;
2. Уточнено основні моменти методичної системи навчання механіки на засадах компетентнісного підходу[3; 11].
3. Визначено зміст навчання та розроблено завдання для оцінки рівня навчальних досягнень учнів з механіки в старших класах в аспекті компетентнісного підходу.

Метою третього етапу експерименту (*формувальний етап*) була перевірка методичної системи навчання механіки учнів старшої школи на засадах компетентнісного підходу.

Учнів, які брали участь в експерименті, було розподілено на дві групи: експериментальну та контрольну. При проведенні експерименту виконувалися всі вимоги щодо застосування статистичних методів опрацювання результатів педагогічних досліджень: всі вибірки були однорідними та незалежними.

Перевірка запропонованої методики здійснювалася на основі розрахунку t-критерію Стюдента, критерію χ^2 та коефіцієнту ефективності $K_{\text{еф}}$.

Для статистичного обґрунтування відсутності відмінностей між розподілом контрольною та експериментальною групами за рівнем навчальних досягнень з фізики був використаний критерій Пірсона (χ^2).

На рис. 1 подано графік розподілу учнів за рівнем навчальних досягнень в контрольних та експериментальних групах після формувального етапу педагогічного експерименту.



Рис.1. Результати успішності учнів в експериментальних та контрольних класах

Якісний аналіз результатів експериментального дослідження показав суттєвий позитивний вплив запропонованої методичної системи на якість та дієвість знань учнів, на формування ключових і предметних компетентностей учнів.

Висновки. У результаті проведеного педагогічного експерименту щодо навчання механіки на засадах компетентнісного підходу встановлено, що формування ключових та предметних компетентностей учнів у процесі навчання механіки буде ефективним за умов впровадження науково-методичного забезпечення оновленого змісту, формування в учнів способів самостійної навчальної й дослідницької діяльності, розвитку умінь практичного застосування набутих знань та умінь в проблемних ситуаціях.

Отже, всі показники експерименту, проведеного під час навчального процесу, підтверджують позитивний якісний вплив застосування запропонованої методичної системи. В ході експерименту підтвердилась наша гіпотеза.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо в розробленні часткових питань методики навчання розділу «Механіка» в старшій школі з позицій компетентнісного підходу.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Дидактичне забезпечення семінарських занять з курсу «Методика навчання фізики» (загальні питання): навчально-методичний посібник/ П.С.Атаманчук, О.М.Семерня, Т.П. Поведа. – Кам'янець-

Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010. – 392 с.

2. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики. – / П.С.Атаманчук. - Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет, інформаційно-видавничий відділ, 1999. – 174 с.

3. Атаманчук П.С. Форкун Н.В. Інновації в управлінні навчально-пізнавальною діяльністю учнів з фізики. – Наукові записки. – Випуск 11. – Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 2. – Кропивницький: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2017 – С.62 – 71.

4. Бабанский Ю.К. Проблемы повышения эффективности педагогических исследований/ Ю.К.Бабанский – М.: Педагогика, 1982. – 192 с.

5. Гончаренко С.У. Методика як наука: навчальний посібник/ С.У. Гончаренко. –Хмельницький: Вид-во ХГКП, 2001. – 30 с.

6. Електронний ресурс. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012 – 2021 р.р. <https://hoippro.km.ua/news-view-156.html>

7. Електронний ресурс. Нова школа. Простір освітніх можливостей. <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/serpnevi-pedagogichni-konferencziyi-2016.html>

8. Гончаренко С. У. Педагогічні дослідження: Методологічні поради молодим науковцям / С. У. Гончаренко – Київ – Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2010. – 308

9. Садовий М.І. Особливості педагогічного експерименту у дисертаційних дослідженнях/ М.І.Садовий// Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2012. – Вип. 106. – С. 110 – 121.

10. Словник базових понять з курсу «Педагогіка»: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів: вид. 2-ге, доп. і перероб.// Укладач О.С.Антонова. – Житомир: Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2014. – 100 с.

11. Форкун Н.В. Методична система навчання фізики в старшій школі на засадах компетентісного підходу: теоретичний аспект. - / Н.В.Форкун// Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна/ [редкол.: П.С.Атаманчук (голова, наук.ред.) та ін.]. - Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2014. – Вип.20: – С. 117 - 119.

The article highlights the results of the conducted pedagogical experiment on the implementation of the developed methodology of training mechanics in high school on the basis of a competence approach. In the process of the experiment, theoretical and empirical methods of research, as well as methods of observation,

questioning, testing, experiment, static methods of processing the results were used. The results confirmed the statistical validity of the proposed methodical system of training mechanics in high school on the basis of a competent approach to the formation of key and subject competences of students, improving the level of quality and efficiency of students' knowledge.

Key words: *physics, high school, mechanics, competence approach, pedagogical experiment.*

УДК 373.5.016:53

Цехмієстер В.А.

ОРГАНІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОГО НАВЧАННЯ В ФІЗИЦІ ПІД ЧАС ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

У статті розглядається механізм модернізації методичної системи навчання фізики в основній школі на засадах компетентнісного підходу в контексті переходу до нового державного стандарту освіти. Процес формування у старшокласників предметних компетентностей на уроках фізики передбачає постановку таких цілей: 1) формування фізичної картини світу на основі усвідомлення теоретичних моделей, законів і принципів фізики; 2) уміння проводити фізичний експеримент; 3) навички аналізу розв'язування фізичних задач. Оволодіння учнями навичками експериментальної діяльності в старшій школі спрямоване на використання набутих знань у практичній діяльності, формування пізнавальних інтересів, розвиток їхніх творчих здібностей.

Ключові слова: *компетентнісний підхід, компетентність, предметна компетентність, задача, фізика, наука, освітня галузь.*

Серед існуючих на теперішній час проблем, які пов'язані з процесом модернізації освіти в Україні, можна назвати проблему впровадження компетентнісного підходу та предметних компетентностей. Розробка компетентнісних підходів та предметних компетентностей у навчанні шкільних дисциплін є наслідуванням тенденцій світової освітньої практики та впровадження нового державного стандарту освіти для формування готовності учнів до активної та ефективної діяльності поза стандартними ситуаціями, формування в учнів здатності результативного використання знань отриманих протягом навчального процесу.

Аналіз актуальних досліджень. Аналіз науково-методичної літератури дозволив встановити, що проблема формування та розвитку компетентностей

старшокласників ґрунтовно досліджена: на рівні загальних положень впровадження засадкомпетентнісної освіти у навчальний процес (І. Бех, С. Гончаренко, В. Краєвський, І. Зимня, Е. Зеєр, А. Кух, О. Овчарук, О. Пометун, І. Родигіна та ін.); на рівні організації навчально-виховного процесу у вищій і середній школі (К. Баханов, Ю. Галатюк, І. Зязюн, О. Іваницький, М. Степаненко, В. Шарко та ін.); на рівні формування та розвитку ключових компетентностей (Н. Бібік, К. Крутій, О. Лебедев, В. Мендерецький, Л. Петухова та ін.), фізичної компетентності (П. Атаманчук, Л. Благодаренко, С. Величко, В. Заболотний, М. Мартинюк, М. Садовий, В. Шарко, М. Шут та ін.). Враховуючи внесок

вчених у дослідженні проблеми розвитку компетентнісної освіти в Україні, необхідно відзначити, що формуванню предметної компетентності старшокласників на заняттях з фізики приділено недостатньо уваги, про що свідчить аналіз науково-методичної літератури і програми в підготовці випускників навчального закладу [1].

Виклад основного матеріалу. Навчання фізики в старшій школі ґрунтується на засадах гуманітаризації й демократизації освіти, врахування пізнавальних інтересів і намірів учнів щодо обрання подальшого життєвого шляху, диференціації змісту і вимог щодо його засвоєння залежно від здібностей і освітніх потреб старшокласників.

Фізика потрібна випускникам різних професій, знання і компетентності, отримані на заняттях, можна буде використати в майбутньому. Тому важливим стає формування предметних компетентностей – навичок вирішення проблем і прийняття рішень, навичок роботи з отриманою інформацією, аналізу та обробки. Предметні компетентності з фізики можуть бути визначені як здатність людини: визначати та розпізнавати фізичні поняття та процеси; проводити досліди й експерименти з фізичними явищами та процесами; розв'язувати теоретичні та прикладні проблеми, пов'язані з реальними ситуаціями в світі; пояснювати фізичні явища, використовуючи специфічні мову й терміни, шляхом моделювання [2, 6].

Поняття «компетентність» багатоаспектне і складне за структурою. Це не проста сума знань, умінь і навичок, а система знань у дії, тобто набір знань, умінь, навичок, цінностей, емоцій, поведінкових компонентів тощо, які дозволяють учням ефективно здійснювати навчальну діяльність [5].

Компетенції і компетентності є близькими, але не тотожними, оскільки, компетентність - володіння учнем відповідною компетенцією, що включає його особистісне ставлення до неї та предмета діяльності.

Компетентність - продемонстрована здатність особи застосовувати знання, навички, особисті здібності та досвід у щоденних та змінних робочих і навчальних ситуаціях, а також у особистому розвитку; інтегрований результат

індивідуальної навчальної діяльності старшокласників, який формується на основі оволодіння ними змістовими, процесуальними і мотиваційними компонентами, його рівень виявляється в процесі оцінювання; готовність суб'єкта ефективно застосовувати внутрішні і зовнішні ресурси для постановки і досягнення мети діяльності. Предметні компетентності забезпечуються засобами одного предмета, їх зміст і структура чітко відповідають певним елементам навчального змісту. Предметні компетентності старшокласників визначаються на основі вимог до навчальних досягнень, які сформульовано в програмах з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів [3, 4].

Процес формування у старшокласників предметних компетенцій на уроках фізики передбачає розв'язання таких завдань:

- 1) формування світогляду на основі усвідомлення теоретичних моделей, законів і принципів фізики;
- 2) уміння здійснювати навчальний фізичний експеримент;
- 3) навички розв'язування фізичних задач.

Окрім того, предметна компетентність старшокласника школи передбачає наступні вимоги до учня, а саме:

- 1) знати зміст сучасних фізичних теорій і вміти їх розпізнавати та доводити, застосовуючи математичний інструментарій;
 - 2) уміло послуговуватися науковою термінологією, опрацьовувати наукову інформацію - знаходити нові факти, явища, ідеї, самостійно використовувати їх відповідно до визначеної мети тощо;
 - 3) розуміти та вміти аналізувати й пояснювати природні явища;
 - 4) уміти розкривати роль та місце фізичної науки в житті людини;
 - 5) застосовувати знання з фізики у життєвих ситуаціях для розв'язування практичних завдань;
- б) знати загальні методи та способи розв'язування фізичних задач: уміти використовувати різні прийоми і математичні моделі для розв'язування задач.

Отже, компетентність – це швидкі знання, які постійно оновлюються; гнучкі, дієві методи, які дають можливість використовувати ці знання у конкретній ситуації; критичне мислення, яке дозволяє оцінювати окремі ідеї щодо можливості їх використання в тій чи іншій ситуації. Формування предметних компетентностей старшокласників зумовлене не тільки реалізацією відповідного оновленого змісту освіти, але й адекватних методів та технологій навчання.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Дидактичні основи формування фізико-технологічних компетентностей учнів: монографія / П.С. Атаманчук, О.П.

Панчук. – Кам'янець-Подільський: КПНУ ім.І.Огієнка, 2011. – 252 с.

2. Методичні рекомендації при вивченні фізики у 2017-2018 навчальному році. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://visnyk.hoipro.km.ua/maibutia>.

3. Заболотний В.Ф. Формування методичної компетентності учителя фізики засобами мультимедіа : [монографія] /Володимир Федорович Заболотний. – Вінниця : Едельвейс . К, 2009. – С. 2-150.

4. Вербицкий А.А. Компетентностный подход и теория контекстного обучения / А.А. Вербицкий. – М., 2004.

5. Компетентність у навчанні. Компетенції [Текст] // Енциклопедія освіти / В.Г. Кремень (голов. ред.). – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 408-409.

6. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів «ФІЗИКА» 10-11 класи (зі змінами, затвердженими наказом МОН України № 826 від 14.07.2016). [Електронний ресурс]. -Режим доступу: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/navchalni-programy.html>.

The article deals with the mechanism of modernization of the methodical system of teaching physics in the basic school on the basis of a competent approach in the context of the transition to a new state standard of education. The process of formation in the senior pupils of subject competences in the physics classes involves the formulation of the following objectives: 1) the formation of the physical picture of the world on the basis of awareness of theoretical models, laws and principles of physics; 2) the ability to conduct a physical experiment; 3) the skills of the analysis of solving physical problems. Acquiring students skills in experimental work in high school is aimed at using the acquired knowledge in practical activities, forming cognitive interests, developing their creative abilities.

Key words: *competence approach, competence, subject competence, task, physics, science, educational branch.*

УДК 373.5.091.39:53

Чаадаєва О.О

Атаманчук П.С., доктор педагогічних наук, професор

ІНТЕРАКТИВНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ, ЯК ОСНОВА ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТАРШОКЛАСНИКІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

Стаття присвячена дослідженню проблеми формування предметної компетентності старшокласників на уроках фізики та важливість впливу на даний процес інтерактивних методів навчання.

Ключові слова: *інтерактивні методи навчання, інтерактивні уроки, компетентність, предметна компетентність, фізика, старша школа.*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що в на сьогоднішній день спостерігається негативна тенденція зниження привабливості традиційної організації навчання, передача та отримання знань більше не являється основною задачею під час навчального процесу. Все це наводить на думку, що в сучасній освіті перестають бути актуальними ті методи навчання, якими ми користувались до сьогодні.

Аналіз актуальних досліджень. У галузі теорії на методики навчання фізики, цим питанням є зацікавлена значна кількість Вітчизняних вчених. Зокрема, проблемі формування предметної компетентності посвятили свої дослідження такі науковці, як: Атаманчук П. С., Ніколаєв О. М., Пінчук О. П., В.Ф. Заболотний, О.М. Соколюк, М.І. Шут, А. Хуторський. Проблемі застосування інтерактивних методів у навчальному процесі присвятили свою увагу такі учені: Голубкова О. А., Коломієць Н. А, Куришева І. В., Сіроштан О. В. та ін.

Метою даної статті є дослідження важливості формування предметних компетентностей у старшокласників на уроках фізики та вплив на даний процес інтерактивних методів навчання.

Висока якість педагогічного процесу прямо пропорційна умовам, у яких він проходить, тому метою статті є визначення педагогічних умов, за яких формування предметної компетентності учня буде ефективним.

Виклад основного матеріалу. Поняття «компетенція» використовують найчастіше для того, щоб позначити освітній результат, який виявляється у реальному оволодінні певними методами та засобами діяльності, у можливості розв'язати висунуті задачі [7]. Перелік компетенцій у дослідженнях переважної кількості учених співвідноситься з відповідними компетентностями. Компетенції з фізики можуть бути сформульовані як реальні вимоги до засвоєння учнями сукупності фізичних знань, способів діяльності, набуття досвіду певних ставлень та прояву якостей особистості, яка діє з позицій розуміння природничо-наукової картини світу. Нормативні вимоги до компетенції учня закладаються на різних ступенях (початкова школа, основна школа, старша школа) та рівнях (теоретичне уявлення про зміст, рівень предмета і навчального матеріалу) формування змісту шкільної освіти [4].

Безпосереднє формування предметних компетентностей відбувається в той час, коли учень засвоює матеріал певного предмета протягом певного періоду часу. Якщо учень проявляє здатність до аналізу після вивчення того чи

іншого матеріалу, то можна сказати, що у нього розпочалось формування компетентності в цій області знань.

Наявність в учня предметної компетентності з фізики, в першу чергу, є ознакою високої якості його навчальних умінь, можливості установлювати зв'язки між набутими фізичними знаннями та реальною ситуацією, здатності знаходити процедуру (метод) розв'язання, що відповідає проблемі та успішно використовувати свої уміння, сформовані протягом вивчення фізики як навчальної дисципліни [6]. Орієнтованість навчально-виховного процесу при вивченні фізики у старшої школи на формування предметних компетентностей учнів у свою чергу означає формування схильності до вивчення даного предмету. Як наслідок – визначає ступінь здатності учня успішно продовжувати навчання фізики у старшій школі. Для цього важливо поживити інтерес учня до теми що вивчається. Для початку варто перетворити пасивних спостерігачів на активних учасників заняття. Щоб активізувати увагу учнів, вчителю необхідно будувати урок опираючись на активні форми навчання, які в свою чергу будуються з допомогою інтерактивних методів навчання. Особливу увагу потрібно приділити діалоговому навчанню.

Використовуючи діалогове навчання на уроці, учитель дає змогу слухачам вчитися критично мислити, розв'язувати складні проблеми на підставі аналізу давно відомого та тільки що почутої відповідної інформації, приймати участь у дискусіях висловлюючи свої роздуми, спілкуватися з іншими людьми. Для цього на заняттях організовується індивідуальна, парна і групова роботи, застосовуються дослідницькі проекти, рольові ігри.

Висновки. Використовуючи інтерактивні методи навчання педагог кардинально змінює свою роль та функції. Таким чином він перестає бути центральною фігурою навчального процесу, а лише займається його загальною організацією. В свою чергу, учні, в умовах невідомості відповіді, мають можливість знайти своє власне «правильне» рішення, яке вони приймають опираючись на власний досвід та досвід свого колеги. Можна зробити висновок, що під час занять на якому використовуються подібний інтерактивний метод, в учнів і розпочинається формування предметної компетентності, адже учні не лише «сліпо» запам'ятовують матеріал, а й осмислюють його і в результаті спроможні застосовувати ці знання.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П. С. Психологічна установка як один з принципів формування предметних компетентностей з фізики / П. С. Атаманчук, І. А. Чайковська // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки. - 2013. - Вип. 109. - С. 13-17.

2. Голубкова О. А. Использование активных методов обучения в учебном процессе: учебно-методическое пособие. / О. А. Голубкова, И. Ф. Кефели. – СПб., 1998. – 42 с
3. Інтерактивні методи навчання : навч. посібник / (П. Шевчук, П. Фенрих). – Цецін : WSAP, 2005. – С 7-23
4. Компетентність у навчанні. Компетенції [Текст] // Енциклопедія освіти / В.Г. Кремень (голов. ред.). – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 408 – 409.
5. Ніколаєв О.М. Виділення критеріїв предметної компетентності майбутнього вчителя фізики / О.М. Ніколаєв // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. – Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка Випуск 109 - Чернігів: ЧНПУ, 2013 – 324 с. – С 216 – 219.
6. Чайковська. І. А. Формування предметних компетентностей учнів старшої школи засобами інформаційно-комунікативних технологій / І. А. Чайковська // Вісник Черкаського університету. - 2012. - № 13. – С. 134-138
7. Lang, Rudolf W. Was sind Schlüsselqualifikationen? [Текст] / Rudolf W. Lang // Schlüsselqualifikationen : Handlungs- und Methodenkompetenz, Personale und Soziale Kompetenz / Rudolf W. Lang. – München : Deutscher Taschenbuch Verlag, 2000. – Kap. H. – S. 1–56

The article is devoted to problems of formation of subject competences of pupils at lessons of physics and the importance of influence on the process of interactive teaching methods.

Key words: *interactive teaching methods, interactive lessons, competences, subject competences, physics, high school.*

УДК 378.016:53

Чорна О.Г., кандидат педагогічних наук

АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ МЕТОДИКИ ВИВЧЕННЯ ІНТЕГРОВАНОГО КУРСУ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

Розкрито окремі аспекти методики застосування інформаційно-комунікаційних технологій та особливості використання мультимедійних засобів навчання у процесі вивчення майбутніми вчителями технологій інтегрованого курсу безпеки життєдіяльності та охорони праці.

Ключові слова: безпека життєдіяльності, охорона праці, інтегрований курс, інформаційно-комунікаційні технології, інформаційні технології, комп'ютерна навчальна система.

У сучасних наукових концепціях предметної галузі безпеки життєдіяльності та охорони праці домінують інтеграційні тенденції, які містять елементи соціологічних, біологічних, екологічних, фізичних, хімічних, технічних, географічних, медичних, психологічних, математичних, військових та інших наук. Інтегративна функція безпеки життєдіяльності та охорони праці проявляється в єдності навчання, виховання і розвитку особистості фахівця: прогностична спрямованість пов'язана з необхідністю розпізнавати, оцінювати і прогнозувати небезпеки і загрози, що діють на людину, природу, соціум в умовах їх безперервної взаємодії з техносферою; практико-орієнтована спрямованість характеризується впровадженням фахово орієнтованих технологій навчання, що сприяють формуванню у студентів значущих для майбутньої діяльності рис особистості безпечного типу поведінки, а також знань, умінь і навичок, що забезпечують якісне виконання функціональних обов'язків в обраній професійній сфері; компетентнісно-діяльнісна спрямованість сприяє підготовці фахівця, який володіє високим рівнем професіоналізму і компетентності, вміє творчо знаходити, засвоювати і користуватися інформацією при аналізі різних проблемних ситуацій у системі “людина – природа – суспільство – техносфера”.

Можна стверджувати, що серед педагогічних інновацій без сумніву цілком обґрунтовано значне місце займають активні форми навчання і нестандартні підходи до процесу навчання. Проблема активізації навчального процесу є актуальним завданням. Для вирішення цього завдання викладачу необхідно спрямовувати свою діяльність на розробку та використання таких форм, методів і засобів навчання, які б підвищували пізнавальний інтерес студентів, їх активність, креативність в здобутті знань, умінь та навичок і, в подальшому, їх використання в практичній діяльності. Сучасний студент повинен бути підготовлений до самостійного пошуку способів і методів вирішення проблем і завдань, пов'язаних з реальними життєвими ситуаціями та майбутньою фаховою діяльністю. Тому, серед інформаційно-комунікаційних технологій вважаємо за необхідність виділити такі: технологію інтегрованого навчання; технологію групової навчальної діяльності; нові інформаційні технології та комп'ютерне навчання тощо.

Навчальний інформаційний простір науковці характеризують як обмін знаннями, повідомленнями, уточненнями, довідками, прикладами, коли особливе місце відведено комунікаційним відносинам між викладачем і студентами. Мультимедійні засоби при цьому виступають як фактор

візуалізації знань і впливають на системність засвоєння інформації, розуміння логіки її викладення педагогом. Саме логіка викладання та взаємодія учасників навчального процесу обумовлюють застосування евристичних та проблемних методів навчання, зосереджують увагу на змісті завдань та висвітленні питань, винесених на розгляд.

Для зменшення негативних наслідків комп'ютеризації навчального процесу нами розроблено візуальні матеріали, які орієнтовані на формування фахово важливих знань та вмінь у студентів, і останні мали б можливість брати активну участь у тому, що відбувається навколо них. Застосування комп'ютерних технологій у системі вищої освіти сприяє реалізації наступних педагогічних цілей: розвиток особистості студента, підготовка до самостійної продуктивної діяльності; реалізація соціального замовлення, обумовленого потребами сучасного суспільства; інтенсифікація освітнього процесу в вищій освіті. Отже, сучасний зміст освіти має орієнтуватися на використання інформаційних технологій, поширення інтерактивного навчання. Сучасний процес навчання вже важко уявити без технологій, які дозволяють розширити межі застосування комп'ютерів у навчальному процесі.

Зауважимо, що до використання інтернет-ресурсів під час підготовки до аудиторних занять чи самостійної роботи студента необхідно: ознайомити з основними видами ресурсів, які можуть використовуватися при підготовці, для полегшення роботи студентів-першокурсників можна надати перелік цих ресурсів; пояснити правила пошуку і добору інформації відповідно до конкретно поставлених завдань; проводити актуалізацію у студентів потреби самостійно опановувати нові інтернет-ресурси, з метою підвищення якості їхньої підготовки з інтегрованого курсу безпеки життєдіяльності та охорони праці; виробити систему оцінювання ефективності самостійної роботи з інтернет-ресурсами; мотивувати студентів до їх активного використання при підготовці до практичних та лабораторних занять з безпеки життєдіяльності і створення банку цих ресурсів [2; 3].

У результаті проведеної роботи з вивчення проблем впровадження інноваційних технологій навчання, зокрема привнесення у навчальний процес інформаційних технологій нами створено комплекс демонстраційних, теоретичних, практичних навчально-методичних матеріалів для забезпечення якісного засвоєння знань з інтегрованого курсу. Наприклад, створення відеопрезентацій на тему: «Організаційні заходи протипожежного режиму навчального закладу», «Евакуаційні заходи мирного та воєнного часу», «Надзвичайні ситуації техногенного характеру», «Ергономічні показники навчальної майстерні». Також важливе значення ми відводили відбору тематичного відеоматеріалу та визначенні завдань при вивченні кожної окремо

взятої теми [4]. При вивченні техногенних надзвичайних ситуацій, студентам рекомендувалось самостійно переглядати документальні фільми про Чорнобильську катастрофу («За секунду до катастрофи», «Битва за Чорнобиль», «Чорнобиль. Хроніка мовчання») та на практичному занятті здійснити аналіз побаченого в процесі обговорення. За допомогою ситуаційної методики розглянути можливі варіанти розгортання подій, коли повідомлення про підвищений радіаційний фон на місцевості повідомили під час навчально-виховного процесу. Студенти у процесі аналізу ситуації та використовуючи методичні матеріали визначають дії педагогічного колективу, правила проведення йодної профілактики, визначають, яких заходів не можна вживати, як слід здійснювати евакуаційні заходи. *Увагу студентів ми концентрували на питаннях та завданнях, з якими вони можуть стикатися і в побуті, і у своїй фаховій діяльності, а саме: проаналізувати статистичні дані причин виникнення пожеж у побуті та виробництві; основні етапи розвитку пожежі та характеристику процесів горіння; дії учительського колективу, адміністрації при виникненні пожежі; правила протипожежного режиму у загальноосвітньому закладі, зокрема у навчальних майстернях, кабінетах трудового навчання; принципи надання долікарської допомоги при отруєнні чадним газом, термічному опіку, шоці; створення пам'яток для учнів з протипожежної профілактики та дій під час пожежі.* Такі контрольні-навчальні завдання мають сприяти особистісно-орієнтованому навчанню у фаховій підготовці студентів, розвивати їх мислення, набувати навичок прийняття правильних варіантів поведінки в надзвичайних ситуаціях та навчати інших адекватних дій у нестандартних ситуаціях

Організація самостійної роботи з інтегрованого курсу за допомогою інформаційних технологій також має певні переваги над традиційними формами роботи, оскільки забезпечує оптимальну для кожного конкретного студента послідовність, швидкість сприйняття матеріалу, можливість самостійної організації чергування вивчення теорії, розбору прикладів, методів розв'язання ситуаційних задач тощо; формує навички аналітичної і дослідницької діяльності; забезпечує можливість самоконтролю якості здобутих знань; заощаджує час студента, необхідний для вивчення курсу.

Саме тому, разом із традиційними методами навчання при вивченні змістових модулів «Охорона праці» та «Забезпечення фахової дієздатності вчителя технологій» нами використовувалися комп'ютерні програми: Пошукова система «Нормативно-довідкові матеріали з охорони праці» та Комп'ютерна навчальна система (КНС). Метою застосування КНС у навчанні на сучасному етапі розвитку вищої освіти є підвищення якості навчання та, зокрема, самостійної роботи студентів за рахунок реалізації функцій доступності навчального матеріалу, підвищення якості керування навчальним

процесом, індивідуалізації навчання, автоматизованого формування планів самоосвіти студента, а також забезпечення постійного контролю на всіх етапах навчання, постійної діагностики навчальної діяльності, розвитку інформаційних умінь.

Як показує практика [1; 4] запровадження інформаційно-комунікаційних технологій у процес навчання інтегрованого курсу безпеки життєдіяльності та охорони праці сприяє ґрунтовному засвоєнню майбутніми вчителями технологій теоретичних знань, формуванню у них загальних системних уявлень, практичних навичок щодо ефективного управління безпечною діяльністю в соціальній та фаховій сферах.

Список використаних джерел:

1. Безпека життєдіяльності: навч. посібник / [П.С. Атаманчук, В.В. Мендерецький, О.П. Панчук, О.Г. Чорна]. – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 276 с.
2. Кобилянський В. Використання інтернет-технологій у процесі вивчення безпеки життєдіяльності [Електронний ресурс] / В. Кобилянський, С. Дембіцька. – Режим доступу: <http://www.kspu.kr.ua/in>
3. Коваль Т. І. Підготовка викладачів вищої школи: інформаційні технології у педагогічній діяльності: навч.-метод. посіб. / Т. І. Коваль. – К. : Вид. центр НЛУ, 2009. – 380 с.
4. Чорна О.Г. Організація самостійної роботи з безпеки життєдіяльності та цивільного захисту у вищій школі / О. Г. Чорна // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2014. – Вип. 20: Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю. – 318 с. – С. 303-305.

The method of application of information and communication technologies and features of the use of multimedia means of teaching in the process of studying future teachers of technologies of the integrated course of life safety and occupational safety are disclosed.

Key words: *life safety, labor protection, integrated course, information and communication technologies, information technologies, computer training system*

Щирба В.С., кандидат фізико-математичних наук, доцент,
Фуртель О.В., Попонін М.Р.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАДАЧІ ПОШУКУ ВНУТРІШНЬОЇ ТОЧКИ

Розглядаються алгоритми пошуку внутрішньої точки для розв'язання взаємно-двоїстих задач лінійного програмування. Звертається увага на проблему ініціалізації для алгоритмів центрального шляху

Ключові слова: задача лінійного програмування, метод внутрішніх точок.

При розв'язуванні задачі лінійного програмування великої розмірності доцільно використовувати метод внутрішньої точки. Встановлено, що при більше як 20-ти обмеженнях симплекс-метод практично не працює. Похибки проміжних обчислень не гарантують можливості відшукування оптимального розв'язку.

Серйозною перешкодою на шляху використання методу внутрішньої точки є пошук стартової точки, яка повинна бути внутрішньою для множини допустимих значень.

Якщо на гіперлінії $L = \{x \mid Ax = b\}$ є внутрішня точка, тобто точка із усіма додатними координатами $x[i] > 0$, то тоді на L є також внутрішня точка x^* із максимальним значенням мінімальної координати вектора x , тобто

$$x^* = \operatorname{argmax}_{x \mid Ax=b} \min_{i=1..n} x_i$$

Тому для знаходження внутрішньої точки достатньо запустити ітераційний процес

$$x^1, x^2, \dots, x^k, x^{k+1}[i^*] = P_L(x^k[i^*] + C/k), \dots,$$

(краще обчислювати наступне наближення x^{k+1} за формулою $x^{k+1} = P_L(z^k)$, де координатами вектора $z^k \in z^k[i] = \max\{x^k[i], C/k\}$) який збігається до x^* із будь-якого початкового значення x^1 із будь-якою додатною константою $C > 0$, якщо i^* є номером найменшої координати вектора x^k {тут вектор $P_L(z)$ обчислюється як проєкція вектора z на лінію L , тобто $P_L(z) = z + A^T s$, де вектор s обчислюється як розв'язок системи $A(z + A^T s) = b$, тобто як розв'язок системи $AA^T s = b - Az$ }

Відповідно до цього будемо алгоритм пошуку внутрішньої точки в множині розв'язків системи лінійних алгебраїчних рівнянь $Az = b$.

1. Задаємо початкові дані для s і кроку. Вибираємо довільний стартовий допустимий розв'язок.
2. Починаємо цикл, задавши обмеження на кількість кроків алгоритму, оскільки наперед не відомо, чи існує внутрішня точка.
3. Шукаємо чи існує не додатна координата.

4. Якщо існує, то переходимо на наступний етап алгоритму (пункт 5). Інакше виходимо з програми (процедури) пошуку внутрішньої точки, бо знайдено внутрішню точку.

5. Розв'язуємо систему рівнянь $A^T A s = b - A^T z$.

5.1 Обчислюємо $A^T A$.

5.2 Обчислюємо $b - A^T z$.

5.3 Алгоритмом, наприклад, Гауса знаходимо вектор s .

6. Обчислюємо нове значення вектора $z = z + A s$.

7. Переходимо на новий крок алгоритму. Якщо номер кроку перевищує допустиме значення, то виходимо з програми не розв'язавши задачу. Інакше переходимо на пункт 3.

Для двоїстої задачі алгоритм пошуку внутрішньої точки в множині розв'язків системи лінійних алгебраїчних рівнянь має деякі особливості.

У двоїстій задачі система рівнянь має вигляд $A^T y + z = c$ і вимагається, щоб лише координати вектора z були додатними, а координати вектора y можуть приймати довільні значення. У зв'язку з цим алгоритм матиме деякі особливості.

Для прискорення роботи алгоритму краще обчислювати наступне наближення x_{k+1} за формулою

$$x_{k+1} = P_L(z_k),$$

де координати вектора z_k обчислюються за формулою

$$z_k[i] = \max\{x_k[i], C/k\},$$

тобто покращуємо не окрему координату, а відразу усі недодатні координати.

Зауважимо, що в чисельному експерименті при декількох десятках від'ємних координат таке вдосконалення зменшило число кроків із 148 до 9.

Крім того, окремі від'ємні координати мають не великі абсолютні значення, а інші дуже великі (подаються восьмирозрядними від'ємними числами). Тому в ролі c вибираємо модуль найменшої від'ємної координати.

1. Задаємо початкові дані для c і кроку. Опишемо попередній алгоритм, внісши корективи у нього.

На відміну від попереднього алгоритму c тут задавати не будемо і стартовий вектор будемо задавати пізніше після визначення константи c .

2. Починаємо цикл, задавши обмеження на кількість кроків алгоритму, оскільки наперед не відомо, чи існує внутрішня точка.

3. Шукаємо чи існує не додатна координата.

4. Якщо існує, то переходимо на наступний етап алгоритму (пункт 5). Інакше виходимо з програми (процедури) пошуку внутрішньої точки, бо знайдено внутрішню точку.

5. Розв'язуємо систему рівнянь $A^*AT^*s = b - A^*z$.

Виконання цього пункту доповнимо операторами обчислення константи c . Після цього обчислюємо сам вектор.

Щоб розрізнити позначення прямої і двоїстої задачі, будемо вважати, що ми розв'язуємо систему рівнянь

$$A1^*AIT^*s = c - A1^*z,$$

де $A1$ складається з одиничної матриці та приєднаної справа транспонованої матриці до матриці A прямої задачі; вектор z складається з координат вектора zs та ys . Очевидно, що $A1^*AIT = E + AT^*A$.

5.1 Обчислюємо $A1^*AIT$.

5.2 Обчислюємо $c - A1^*z$.

5.3 Алгоритмом, наприклад, Гауса знаходимо вектор s .

6. Обчислюємо нове значення вектора $z = z + AITs$.

Обчислення складатиметься з двох частин: обчислення нових значень векторів zs та ys .

7. Переходимо на новий крок алгоритму. Якщо номер кроку перевищує допустиме значення, то виходимо з програми не розв'язавши задачу. Інакше переходимо на пункт 3.

Тут все залишаємо без змін як і в попередньому алгоритмі.

Описані алгоритми дозволили побудувати комп'ютерну модель задачі і проводилися обчислювальні експерименти з дослідження задачі лінійного програмування.

Описані алгоритми дозволили побудувати комп'ютерну модель задачі і проводилися обчислювальні експерименти з дослідження задачі лінійного програмування.

Встановлено, для практичної задачі модель, якої привела до задачі лінійного програмування із 59 рівнянь та 92 невідомих, пряма задача має внутрішню точку і відшукати її вдалося уже на 8-му кроці описаного вище алгоритму.

Стосовно двоїстої задачі, то навіть на 100 000 кроці (комп'ютер працював цілу ніч) внутрішньої точки не було знайдено. Виникло питання, а чи існує внутрішня точка для двоїстої задачі. При детальному дослідженні (при розмірності матриці двоїстої задачі 92×151 його зробити на так і легко) були виявленні рівняння, які показують, що деякі невідомі мусять приймати нулеві значення, а не додатні (в системі присутні рівняння типу $y1 + y2 + z1 = 0$ і $-y1 - y2 + z2 = 0$, що рівносильно $z1 + z2 = 0$). Отже, внутрішня точка не існує.

Що робити в таких випадках?

В цьому випадку на обмеження доцільно вводити деяку поправку, надаючи можливість змінним набувати від'ємні значення.

Якщо припускати що невідомі $z(i)$ повинні бути більшими за -1 , то такий допустимий розв'язок, описаним алгоритмом, ми знайшли за 7 кроків, більшим за $-0,5$ – знайшли за 9 кроків, більшим за $-0,25$ – за 10 кроків, більшим за $-0,1$ – за 15 кроків. Разом з тим допустимі значення, які були б більші за $-0,05$, не були знайдені навіть за 100 кроків.

Таким методом ми можемо поступово звужувати похибки (допустимі від'ємні значення) змінних $z(i)$. На якомусь із завершальних кроків поступового зменшення невязок додамо до правої частини відповідне іпсилон для всіх від'ємних $z(i)$ і збільшимо відповідне $z(i)$ на іпсилон. В результаті одержимо нову задачу лінійного програмування, в якій цільова функція буде збільшена на відповідні іпсилон, але зате вона буде мати внутрішню точку не лише для прямої, алей і для двоїстої задачі.

Природно поставити питання, а що робити, якщо пряма задача не має внутрішньої точки?

В таких випадках «нехорошу» змінну x замінюємо на дві змінних і подаємо її комплексом (різницею) двох додатних змінних: $x = x1 - x2$. Звичайно, при цьому вдвічі зростає число невідомих задачі.

Список використаних джерел:

1. Beyko I. Implementation of Asymptotic Solve-Operator and Interior Point Algorithms in Search for Optimal Controls / I. Beyko, Shchyrba V, Shchyrba O.// Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації : тези доповідей VI міжнародної конференції / [редкол.: І.М.Конет (голова) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2014. – С.15-19.

2. Дикин И.И. Итеративное решение задач математического программирования (алгоритмы метода внутренних точек) / И.И.Дикин, В.И.Зоркальцев // Новосибирск: Наука, 1980. – 144 с.

Algorithms of search of an internal point for solving mutually dual linear programming problems are considered. Attention is drawn to the problem of initialization for the central path algorithms

Key words: *the problem of linear programming, the method of internal points.*

**ВІСНИК
КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
імені Івана Огієнка
Фізико-математичні науки
Випуск 10**

Здано в набір 23.12.2017. Підписано до друку 29.12.2017.
Формат 60x84/16. Гарнітура Times. Умов. друк. арк. 10,05
Обл. вид. арк. 9,15. Папір офсетний. Тираж 100 прим.

32300, Хмельницька обл., м. Кам'янець-Подільський,
вул. Івана Огієнка, 61; тел. (03849) 3-06-01
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
Серія КВ № 14707- 3678 ПР від 12.12.2008 р.