

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 7

Кам'янець-Подільський

2014

УДК 378(477ю43):51+53](082)
ББК 74.58+22

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 25 грудня 2014 р.).

Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки. - Випуск 7. - Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2014. - 173 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, проктор 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 – Білик Р.М., кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри методики викладання фізики і дисциплін технологічної освітньої галузі, заступник декана фізико-математичного факультету з наукової роботи та інформатизації навчального процесу.

©Автори матеріалів, 2014

ЗМІСТ

Атаманчук П.С. Прогнозування у фаховій підготовці майбутнього вчителя фізики.....	5
Беркещук М.В. Розрахунок концентратора сонячної енергії для моделі двигуна Стірлінга.....	9
Білик Р.М., Білик О.В. Особливості фахової підготовки майбутнього вчителя технологій.....	13
Гнатюк В.О., Гудима У.В. Умови екстремальності елемента для задачі найкращої зважено рівномірної раціональної апроксимації неперервного компактнозначного відображення.....	18
Гудима У.В. Питання існування екстремального елемента для задачі найкращої зважено рівномірної раціональної апроксимації компактнозначного відображення.....	29
Дінділевич Є.М., Діденко В.О. Види комп'ютерних моделей і напрямки використання їх у навчанні фізики.....	37
Дмитрук С.І. Розвиток та формування експериментальних умінь учнів на основі міжпредметних зв'язків.....	41
Ковальська І.Б. Оцінки наближень $\overline{\psi}$ -інтегралів узагальненими сумами Зігмунда в інтегральній метриці.....	46
Конет І.М., Громик А.П. Гіперболічні крайові задачі в кусково-однорідному клиновидному циліндричному шарі з порожниною ..	53
Криськов Ц.А., Рачковський О.М., Оптасюк С.В. Технологія створення віток термоелектричних перетворювачів енергії.....	60
Кріль С.О. Умови збіжності проєкційно-інтеративного методу розв'язування інтегро-функціональних рівнянь з малою не лінійністю	69
Люба Т.С. Термоелектричні властивості матеріалів на основі твердих розчинів PbTe-Sb ₂ Te ₃ , PbTe-Bi ₂ Te ₃	76
Мендерецький В.В., Недільська У.І. Безпека надання невідкладної допомоги.....	79
Мястковська М.О. Моделювання коливальних процесів засобами електронних таблиць	86
Ніколасєв О.М. Розв'язування задач з фізики у системі формування предметних компетентностей майбутнього фахівця.....	89
Осіпов В.В. Характеристика предметних компетентностей і компе-	

тенцій учнів з фізики	93
Панчук О.П. Дослідження ризиків пов'язаних з електромагнітним забрудненням середовища в курсі «Безпека життєдіяльності»	97
Поведа Т.П. Інноваційні підходи у викладанні безпеки життєдіяльності на педагогічних спеціальностях університету.....	103
Предиткевич М.М. Основні шляхи забезпечення управлінських впливів у особистісно-орієнтованому навчанні фізики	108
Пташнік Л.І. Визначення рівня підготовленості майбутніх учителів трудового навчання до технічного моделювання.....	110
Роздобудько М.О. Можливості курсу фізики при формуванні між-предметних компетентностей студентів за допомогою стимуляції пізнавальної діяльності	114
Розумовська О.Б. Різноманітність алгоритмів розв'язання задач програмування як чинник підвищення ефективності навчання.....	119
Сморжевський Л.О., Сморжевський Ю.Л. Методика використання наочності при вивченні теми «Розв'язування трикутників» у курсі геометрії 9 класу.....	127
Сморжевський Ю.Л., Сморжевський Л.О. Методика використання наочності при вивченні геометричних перетворень у курсі геометрії 9 класу	136
Сондак О.В. Організація індивідуального підходу під час вивчення фізики в медичних коледжах.....	145
Татауров В.П. Сучасні інформаційно-комунікаційні технології у навчальному процесі початкової школи	149
Чевська К.С. Розв'язання інтегральних рівнянь Фредгольма I роду методом регуляризації Тихонова.....	152
Чорна О. Г. Методичні особливості організації навчального процесу з безпеки життєдіяльності	155
Шамрай Т.О., Просандєєв О.Є. Навчання школярів в умовах використання хмарних технологій.....	159
Щирба В.С., Щирба О.В. Непрямі методи в задачах оптимізації.....	163
Смалько О.А. Аналіз програм розпізнавання рукописного введення.....	167

УДК 53(07)+372.853

Атаманчук П.С., доктор педагогічних наук, професор

ПРОГНОЗУВАННЯ У ФАХОВІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ

На основі аналізу педагогічного досвіду учителів фізики та наробок науковців-методистів, виявлено основні передумови формування інтегральних особистісних якостей фахового становлення майбутнього вчителя фізики: прогнозування результатів навчально-пізнавальної діяльності, наявність цільової навчальної програми та проектно-пошукова діяльність студентів.

Ключові слова: прогноз, цільова програма, фізика, управління, якість навчання, методика навчання фізики, компетентність.

У фаховому становленні майбутнього вчителя фізики вирішальна роль належить зорієнтованості цього процесу на розвиток репродуктивної, пошукової та творчої активності студента, завдяки його долученню (в процесі навчання) до створення реальних інтелектуальних продуктів (якесь мнемічне правило; оригінальний розв'язок фізичної задачі; реферативний або усний виклад точки зору (особистісного ставлення) щодо якихось сторін фізичного явища (процесу); складання фізичного ребуса (кросворда); вдосконалення, модернізація або виготовлення фізичного приладу; цікавий фізичний дослід; опис фізичного явища, яке спостерігалось вперше; фізичний твір на довільну тему і т. ін.).

На основі технологічних схем розгортання процедури прогнозування (**мета діяльності** → **план (стандарт) діяльності** → **управління діяльністю**), обґрунтованих теоретично [1–7] та реалізованих практично [8–14], розроблено цілеорієнтований практикум з методики та техніки навчального фізичного експерименту [8–12], зміст якого вперше вибудовується на тлі поєднання принципу наступності та ідеології чітких цілеорієнтацій у забезпеченні достатніх рівнів предметної обізнаності та професійної компетентності майбутнього учителя фізики.

Легко окреслити траєкторію забезпечення якості фахового становлення майбутнього учителя фізики (див. рис. 1), трактуючи якість як системну методологічну категорію, що відображає у собі ступінь відповідності між прогнозованим і досягнутим результатом навчання.

Рівень компетентності можна розглядати і як ступінь досягнення мети, і як стимул діяльності, і як критерій оцінки, і як *ціннісні здобутки особистості*. Також він характеризує контрольно-стимулювальний компонент процесу навчально-пізнавальної діяльності, що реалізується на етапах об'єктивізації контролю та проектування наступної діяльності (таблиця 1).

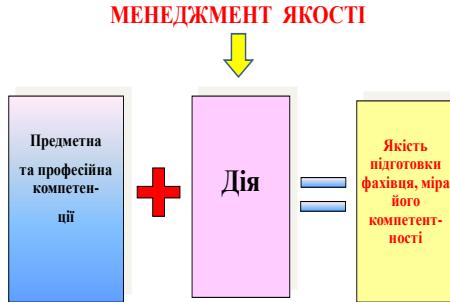


Рис. 1. Механізм формування фахових компетентностей

В умовах реформування освіти прогнозовані рівні навчальних досягнень набувають одразу ж ознак самочинності, якщо вступає в дію механізм цілеспрямованого впливу на функціонування як раціонально-логічного, так і емоційно-ціннісного мислительних начал того, хто навчається. Дія механізму формування прогнозованих навчальних досягнень в особистісно орієнтованому навчанні зводиться до поступового та гарантованого підвищення рівня обізнаності того, хто навчається в рамках п'яти можливих рівнів навчально-пізнавальних досягнень: *буденного знання, нижчого, оптимального, вищого, об'єктивно нового наукового знання*.

Репродуктивна активність студентів у вивченні природничо-технологічних дисциплін ще якимось здатна себе виявляти на раціонально-логічному рівні пізнавальної діяльності, однак пошукова та креативна активність немислима без поєднання обох сторін пізнавального акту – раціонально-логічного та емоційно-ціннісного (духовного). Тільки внаслідок такого поєднання впливів на активність студента у навчанні маємо шанс сформувати його обізнаність від рівня буденних знань до відповідних вищих рівнів компетентності та світогляду.

Таблиця 1

Компетентнісні характеристики особистості

Рівень	Ознаки компетентності	Позначення	Ціннісні новоутворення (компетентності)
Нижчий	Завчені знання	ЗЗ	Учень (студент) механічно відтворює зміст пізнавальної задачі в обсязі та структурі її засвоєння
	Наслідування	НС	Той, хто навчається копіює головні моторні чи розумові дії, пов'язані із засвоєнням пізнавальної задачі, під впливом внутрішніх чи зовнішніх мотивів

Продовження таблиці 1

Рівень	Ознаки компетентності	Позначення	Ціннісні новоутворення (компетентності)
	Розуміння головного	РГ	Учень (студент) свідомо відтворює головну суть у постановці і розв'язуванні пізнавальної задачі
Оптимальний	Повне володіння знаннями	ПВЗ	Учень (майбутній спеціаліст) не тільки розуміє головну суть пізнавальної задачі, а й здатний відтворити весь її зміст у будь-якій структурі викладу
Вищий	Навичка	Н	Той, хто навчається, здатний використовувати зміст конкретної пізнавальної задачі на підсвідомому рівні, як автоматично виконувану мисленеву чи моторну операцію щодо розв'язання конкретної навчальної проблеми (це єдина якість обізнаності, виявлення якої регламентується в часі та супроводжується категоричною забороною використання будь-яких навчальних джерел чи консультацій)
	Уміння застосовувати знання	УЗЗ	Здатність свідомо застосовувати набуті знання в нестандартних навчальних ситуаціях (творче перенесення)
	Переконання	П	Міра обізнаності незаперечна для особистості, яку вона свідомо долучає у свою життєдіяльність, в істинності якої вона впевнена та готова її обстоювати, захищати в рамках дії механізму діалектичного сумніву (нові наукові факти можуть скоригувати точку зору, яка обстоювалась)
	Звичка	Зв.	Автоматизована поведінкова дія, що виступає психологічним елементом структури вчинку

У фаховому зростанні майбутніх учителів чи не найсуттєвішим моментом є забезпечення цілеспрямованості щодо суті, місця і компетентного коментування того чи іншого досліду, спостереження, трактування експериментальної задачі. У цьому сенсі методична складова, теоретичний та методологічний аспекти професійної підготовки майбутнього учителя фізики можуть розгортатись завдяки об'єднанню цільових орієнтацій змісту шкільного курсу фізики і змісту методики його викладання.

Отже, маємо підстави констатувати: інноваційна методична модель формування професійних якостей майбутнього учителя фізики однозначно вибудовується на основі врахування бінарних (фізика + методика навчання фізики) цільових орієнтацій та тенденцій розвитку освітнього середовища.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Управління процесом навчально-пізнавальної діяльності: монографія / П.С. Атаманчук. – Кам'янець-Подільський: К-ПДП, 1997. – 136 с.;
2. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики: монографія / П.С. Атаманчук. – Кам'янець-Подільський: К-ПДП, 1999. – 172 с.;
3. Атаманчук П.С. Дидактичні основи формування фізико-технологічних компетентностей учнів: монографія / П.С. Атаманчук, О.П. Панчук. – Кам'янець-Подільський: К-ПНУ, 2011. – 252 с.;
4. Атаманчук П.С. Дидактика фізики (основные аспекты): монографія / П.С. Атаманчук, П.И. Самойленко. – Московский государственный университет технологий и управления, РИО, 2006. – 254 с.;
5. Атаманчук П.С. Методичні основи управління навчанням фізики: монографія / П.С. Атаманчук, О.М. Семерня. – Кам'янець-Подільський: К-ПДУ, 2005. – 196 с.;
6. Управление процессом становления будущего педагога. Методологические основы: Монография/ П.С. Атаманчук // – Palmarium Academic Publishing ist ein Imprint der/ Deutschland. 2014. – 137 p. (ISBN:978-3-639-84513-6);
7. Педагог-физик XXI века. Основы формирования профессиональной компетентности / [Атаманчук П.С., Никифоров К.Г., Губанова А.А., Мыслинская Н.Л.] – Калуга - Каменец-Подольский: изд. КТУ им.К.Э. Циолковского, 2014. — 268 с.;
8. Методика і техніка навчального фізичного експерименту в основній школі: підручник для студентів вищих навчальних закладів / [П.С. Атаманчук, О.І. Ляшенко, В.В. Мендерещкий, О.М. Ніколаєв]. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010. – 292 с.;
9. Методика і техніка навчального фізичного експерименту в старшій школі: підручник для студентів вищих навчальних закладів / [П.С. Атаманчук, О.І. Ляшенко, В.В. Мендерещкий, О.М. Ніколаєв]. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2011. – 412 с.
10. Методичні основи організації і проведення навчального фізичного експерименту: навчальний посібник [П.С. Атаманчук, В.В. Мендерещкий, А.М. Кух, О.І. Ляшенко]. – Кам'янець-Подільський: ПП О.А. Буйницький, 2006. – 216 с.;
11. Атаманчук П.С. Методичне забезпечення навчального фізичного експерименту (10 клас): навчальний посібник / П.С. Атаманчук, В.В. Мендерещкий, О.М. Ніколаєв. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2007. – 157 с.;
12. Атаманчук П.С. Методичне забезпечення навчального фізичного експерименту (11-й клас): навчальний посібник / П.С. Атаманчук, В.В. Мендерещкий, О.М. Ніколаєв. – Кам'янець-Подільський: ПП О.А. Буйницький, 2008. – 280 с.;
13. Атаманчук П.С. Збірник завдань з фізики для тематичного та підсумкового контролю / П.С. Атаманчук, І.В. Оленюк, В.І. Зубков. – Гусятин, 2009. – 192 с.;
14. Атаманчук П.С. Дидактичне забезпечення семінарських занять курсу методики викладання 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, 2011. – 392 с.

Based on the analysis of the pedagogical practices of teachers of physics and scientists have done-the Methodists, the basic prerequisites for the formation of integral personal qualities and professional development of future teacher of physics: prediction of the results of educational-cognitive activity, the presence of the target curriculum and project-search activities of the students.

Key words: *forecast, target program, physics, management, quality of teaching, methods of teaching physics, competence.*

УДК 621.472

Беркешук М.В., кандидат фізико-математичних наук, доцент

РОЗРАХУНОК КОНЦЕНТРАТОРА СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ МОДЕЛІ ДВИГУНА СТІРЛІНГА

Розглянуто питання перетворення сонячної енергії в механічну на базі створеного дослідного двигуна Стірлінга. Наведено методика та здійснено розрахунок концентратора сонячної енергії. Визначено параметри роботи двигуна.

Ключові слова: *двигун Стірлінга, концентратор, сонячне випромінювання.*

Пошук альтернативних джерел енергії надзвичайно актуальне питання яке стоїть перед людством, адже традиційні енергоресурси вичерпуються. Одним із способів вирішення даної проблеми є використання енергії сонця. Перетворення сонячної енергії в електричну за допомогою фотоперетворювачів досить поширене, проте, ККД такого перетворення не високе. Збільшити ефективність використання енергії сонця можна перетворюючи енергію сонця в механічну за допомогою двигуна Стірлінга [1], а вже потім в електричну.

Ця робота стосується дослідження процесу перетворення енергії сонячного випромінювання у механічну енергію на базі установки сонячний концентратор (СК) – двигун Стірлінга (ДС). Метою роботи є розрахунок параметрів концентратора сонячної енергії та дослідження основних характеристик двигуна Стірлінга.

Концентратор сонячної енергії будувався на основі первинного параболоїда, яких отримали при обертанні параболу $y = x^2 / 4F$. Фокус параболоїда знаходиться на осі Y на відстані F від початку координат.

Параболоїдний офсетний концентратор вирізають з первинного параболоїда січним циліндром, вісь і твірна якого паралельні осі вихідного параболоїда. Якщо січний циліндр розташовується на осі первинного параболоїда, то отримуємо симетричний концентратор. Точка фокуса F і напрям на падаюче сонячне випромінювання залишаються незмінними.

Для дослідження виготовлявся концентратор на основі параболоїда діаметром 0,50 см. Для максимального можливого використання всієї площі концентратора, відношення F/D має бути 0,5-0,6. Виходячи із цього фокусна відстань складає 0,20 м.

Для підвищення ступеня концентрації на теплоприймачі, потрібно зменшувати площу фокальної плями, тобто орієнтувати площину приймача якомога перпендикулярніше до точки максимальної глибини концентратора.

Розрахунок ступеня концентрації

Сонячні промені падають на параболоїдний концентратор у вигляді конуса з тілесним кутом $32'$ відповідно до рис. 1.

Потужність, яка може бути отримана з елементарного кільця концентратора на зображенні сонця, визначається:

$$\Delta P = \left(\frac{f^2}{\rho^2} \cos \theta \right) \left(p_0 \Delta S \cos \frac{\theta}{2} \right),$$

де f – фокальна відстань;

ρ – відстань від фокуса до будь-якої точки концентратора; p_0 – сонячна стала;

ΔS – площа елементарного кільця.

Відповідно до методики розрахунку симетричного концентратора [2, 3] визначаються основні характеристики для отримання ступеня концентрації.

Площа кільця:

$$\Delta S = 2\pi\rho^2 \sin \theta \sec \frac{\theta}{2} \Delta \theta.$$

Повна можлива потужність, яка проходить через зображення:

$$P = \pi p_0 f^2 \sin^2 \theta.$$

Повна наявна потужність:

$$P = \pi \eta_\alpha \eta_r p_0 f^2 \sin^2 \theta.$$

Питома потужність:

$$P = 46,1 \cdot 10^3 \eta_\alpha \eta_r p_0 \sin^2 \theta.$$

Ступінь концентрації:

$$c = \frac{P}{\eta_\alpha \eta_r p_0} = 46,1 \cdot 10^3 \sin^2 \theta.$$

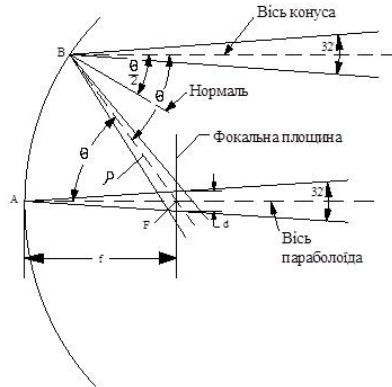


Рис. 1 Схема відображення сонячного променя в фокус параболоїдного концентратора

Як видно, для симетричних сонячних концентраторів, ступінь концентрації являється доволі зручною безрозмірною характеристикою їх ефективності. Отримані формули дають можливість розрахувати ступінь концентрації та коефіцієнт концентрації в залежності від кута розкриття дзеркал (рис 2).

Розрахунок густини теплового потоку

Густина прямої сонячної радіації E_C (вимірюється піранометром). Тепловий потік, що падає на концентратор:

$$Q_{ПАД} = E_C A_K = q_a A_K,$$

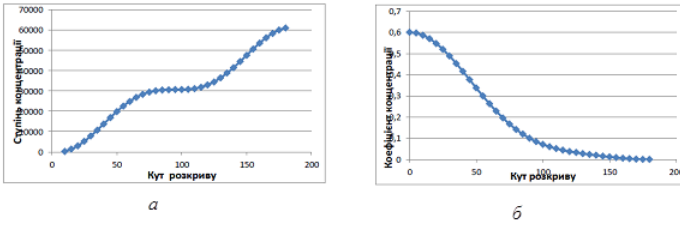


Рис.2. Залежності ступеня концентрації (а) та коефіцієнта концентрації (б) від кута розкриття дзеркала

де: $A_K = \frac{\pi D^2}{4}$ – площа міделя концентратора. D – діаметр концентратора

Тепловий потік, що потрапляє в теплоприймач роль якого виконує плоска поверхня – торець циліндра витискувача ДС:

$$Q_s = \pi \eta_a \eta_r q_0 f^2 \sin^2 \theta = \eta_r (214,6)^2 \sin^2 \theta \frac{F_s}{A_K} Q_{\text{Плод}},$$

де: η_a – доля ідеальної сонячної сталої, що відповідає місцезнаходженню концентратора і враховує втрати в атмосфері; η_r – коефіцієнт відбиття, що характеризує втрати за рахунок відбиття або поглинання оптичної системи; q_0 – сонячна стала; $q_a = E_C$ – дійсний потік сонячної радіації у місці розташування концентратора; F_s – площа зображення соня.

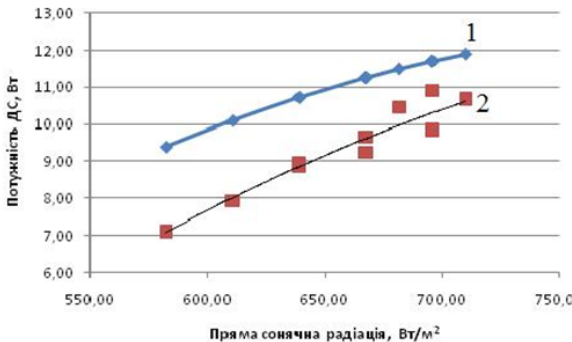


Рис. 3. Залежність потужності двигуна Стірлінга від прямої сонячної радіації: 1-теоретичний підхід, 2- експериментальний підхід.

Представимо повний потік як:

$$Q_s = A \cdot A_K E_s = A \cdot Q_{\text{ПАД}},$$

де A - коефіцієнт ефективності оптичної системи, який дорівнює відношенню енергії, отриманої у фокальній області концентратора, до падаючої на дзеркало (у випадку прямого наведення концентратора на Сонце можна прийняти рівним 0,6-0,7).

Термодинамічний аналіз і розрахунок характеристик ДС за ізотермічною моделлю проведено за методом Шмідта, базуючись на методиці [3]. Результати розрахунку відображено на рис. 3 та рис 4.

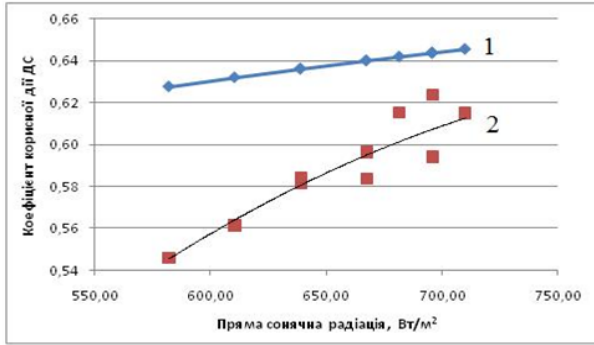


Рис. 4. Залежність коефіцієнта корисної дії двигуна Стірлінга від прямої сонячної радіації: 1-теоретичний підхід, 2- експериментальний підхід.

Висновки.

Отримані результати дозволили встановити ефективність роботи як двигуна Стірлінга, так і установки в цілому в залежності від величини прямої сонячної радіації. В цілому спостерігається кореляція між теоретичними і дослідними даними, що свідчить про коректність застосованих теоретичного та експериментального підходів. Деяка розбіжність у отриманих результатах свідчить про необхідність подальшого експериментального фіксування температури холодильника та нагрівника ДС.

Список використаних джерел:

1. Ридер Г., Хупер Ч. Двигатели Стирлинга: Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 464 с., ил.
2. Hiester Nevin K., Tietz Thomas E., Loh Eugene, Duwez Pol. Theoretical considerations on performance characteristics of solar furnaces // Jet Propulsion. Journal of the American Rocket Society. – 1957. – vol.27. – №5. – P. 507-513, 546.
3. Студенець В.П., Пасічний В.В, Остапенко С.О., Миротюк П.А. Дослідницький стенд «сонячний концентратор – двигун Стірлінга та його базові характеристики // Відновлювана енергетика. – 2011. – №1(24) – С. 5-10.

The problem of converting solar energy into mechanical energy based on research of Stirling engine and the method of calculation and made solar energy hub are shown. The parameters of the engine are researched.

Key words: Stirling engine, concentrator, solar radiation.

УДК 373.5.016:331

Білик Р.М., кандидат педагогічних наук,
старший викладач кафедри МВФ і ДТОГ

Білик О.В. старший лаборант кафедри МВФ і ДТОГ

ОСОБЛИВОСТІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ТЕХНОЛОГІЙ

У статті розглянуто проблеми удосконалення системи трудового навчання, адекватного сучасним освітнім стандартам.

***Ключові слова:** трудове навчання; розвиток освіти; технічна творчість; профорієнтація; навчальний предмет; фізична картина світу; система освіти.*

Відповідно до Закону України “Про загальну середню освіту” та Концепції загальноосвітньої галузі “Технологія” трудове виховання відіграє важливу роль у здійсненні завдань загальноосвітньої школи з опорою на культурно-історичний досвід людства, що знайшов відбиток в одному з найпотужніших класів виробництва [3].

Одним з головних завдань загальноосвітньої школи державна національна програма «Освіта» (Україна XXI століття) передбачає створення умов для формування освіченої, творчої особистості, реалізації та самореалізації її природних задатків і можливостей в освітньому процесі. Теоретичне і практичне розв'язання зазначеної проблеми посилює необхідність удосконалення навчальних систем, що значною мірою залежить від орієнтації на процеси самопізнання, самоорганізації, самовдосконалення, самоконтролю та самоосвіти аспекти формування відповідного трудового середовища для їх підтримки та реалізації. Тому проблема вдосконалення системи трудового навчання, адекватного змістовим стандартам сучасної освіти набуває особливої ваги.

Трудове навчання є важливим, дидактичним процесом, на результативність якого впливає велика кількість чинників. Одним з яких є професійна готовність і обізнаність вчителя трудового навчання. Розкриття сутності даної проблеми, присвячені дослідження: Андріяшиної В.І., Биковської О.В., Гедвілла О.І., Гуревича Р.С., Гусєва В.І., Дмитренка П.В., Касперського А.В., Коберника О.М., Корця М.С., Кузьменка В.В., Курок В.П., Лазаренка Д.О., Левченка Г.С., Оршанського Л.В., Плутка А.М., Прокоповича Б.А., Рудика Д.Ф., Терещука Г.В., Сидоренка В.К., Сименача Б.В., Стешенка В.В., Тхоржевського Д.О. Чепка В.І., Яшанова С.М., та інших.

Основним джерелом виявлення нових форм і методів навчання є педагогічний досвід. Він включає в себе всебічний аналіз дій вчителя з метою виявлення причин і усунення виявлених недоліків.

Основним елементом трудового навчання в майстернях є трудова операція. Під трудовою операцією в навчальному процесі розуміють типовий вид робіт, узагальнений спосіб впливу людини на предмет праці. Такими типовими видами робіт з обробки дерева і металу є, наприклад,

розмічання, пиляння, стругання, довбання, свердління, рубання, обпилювання, нарізання різі та ін. За структурою трудові операції являють собою складні дії, кінцевий результат яких досягається за допомогою ряду часткових дій, рухів і прийомів [4].

Оволодівати трудовими операціями можна і при виготовленні і без виготовлення певних виробів. Залежно від того, яке місце займають виробничі операції в навчальному процесі, розрізняють кілька систем трудового навчання.

Однією з тих систем є предметна (речова) система. Ця система сформувалась у період мануфактурного виробництва, коли зміст професії уявлявся в формі набору виробів, що їх міг виробити спеціаліст. Підготовка до праці за предметною системою полягала в тому, що учень повинен був навчитися виготовляти типові для даної спеціальності виробу. Ступені оволодіння спеціальністю визначалися складністю виробів, які учні виготовляли на даному етапі навчання. Як бачимо, основним елементом у трудовому навчанні за цією системою виступав предмет.

Предметна система мала певні позитивні сторони: вона забезпечувала інтерес учнів до роботи, давала їм можливість виявляти деяку самостійність, сприяла розвитку технічної уяви. Але ця система вимагала багато часу на навчання і не забезпечувала формування в учнів загальних умінь і навичок у такій мірі, як це було потрібно їм для самостійної трудової діяльності. Тому ця система у XIX ст. була витіснена більш прогресивною операційною системою. Появі операційної системи передувало виділення операції із загального потоку виробництва і синтезування її як узагальненого елемента технології виготовлення виробів. Конкретно операційна система була представлена набором зразків – моделей, кожна з яких присвячувалась певним операціям. У навчальній програмі операцій йшли одна за одною у визначеній послідовності. До вивчення наступної операції переходили тільки після вивчення попередньої.

Операційна система являла собою перехідний етап від методики кустарної до методики індустріальної. Навчання за операційною системою забезпечувало формування в учнів загальних навичок, що давало їм можливість швидше «приспособуватись» до нових умов трудової діяльності. Вона мала і має велике значення для наукового обґрунтування навчання ручного і механізованого процесу праці. Проте операційна система не могла стати універсальною. Вона потребувала багато часу на засвоєння кожної операції, оскільки перехід до оволодіння новою операцією здійснювався тільки після міцного засвоєння попередньої, а це не давало можливості своєчасно закріплювати на практиці вивчені трудові прийоми і приводило до послаблення сформованих навичок. Виникала потреба відновлювати їх за допомогою нових вправлень. До того ж вправлення в операціях на об'єктах невиробничого характеру знижувало навчальний інтерес учнів, що негативно позначалося на процесі навчання.

Предметна і операційна система не виправдали себе в школі. На зміну

їм прийшла операційно-комплексна система, яка передбачає поступове тренування у виконанні рухів, прийомів і окремих операцій незалежно від виготовлення певного виробу. Значення таких абстрактних вправ не завжди зрозуміле для молодих школярів, що не може не позначитися на їх ставленні до практичних занять у шкільних майстернях. Нарешті, трудове навчання за операційно-комплексною системою не завжди сполучається з посилююною результативною працею учнів, вивчення трудових операцій – з виготовленням суспільно-корисних виробів.

Сьогодні існує потреба у пошуку нових, відмінних від відомих форм організації трудового навчання, щоб успішно реалізувати завдання, що висуваються перед сучасною школою. У цих умовах почала формуватися предметно-операційна система навчання. Аналізуючи предметно-операційну систему трудового навчання, можна виділити в ній риси, які в тій чи іншій мірі наближають її до інших систем. Зокрема, до предметної системи наближає її те, що за нею навчання праці здійснюється у процесі виготовлення практично корисних виробів. Але й вона відрізняється від предметної системи, оскільки в її основі лежить аналітичний підхід до виробничого процесу, поділ його на операції, за основний елемент навчання береться не предмет, а операція. З другого боку, аналітичний підхід до виробничого процесу – спільна ознака операційної і операційно-комплексної системи. Між предметно-операційною і операційно-комплексною системами є відмінність в організації закріплення здобутих навичок. При операційно-комплексній системі навчання навички закріплюються у процесі виконання учнями комплексних робіт, які плануються циклічно після вивчення 2-3 операцій. При навчанні за предметно-операційною системою раніше утворені навички закріплюються систематично на кожних наступних заняттях, коли виготовляється черговий виріб, на якому вивчається нова операція. Отже, предметно-операційна система, будучи за окремими ознаками подібною до інших, не позбавлена ознак, властивих тільки їй.

Особливо важливою ознакою предметно-операційної системи є те, що вона дає можливість поєднувати трудове навчання з підсилююною працею, вивчення трудових процесів з виготовленням суспільно корисних виробів. Все це надає значної переваги предметно-операційній системі перед іншими системами навчання, і тому в школах трудове навчання в майстернях, як правило, організовується за цією системою.

Чергування вправ в операціях з виконанням комплексних робіт, які передбачає ця система, сприяє формуванню інтересу учнів до роботи і дає можливість оволодіти операцією в тих різноманітних варіаціях, яких вимагає сучасне виробництво. Тому, операційно-комплексна система в наш час є провідною системою виробничого навчання, знайшовши широкого використання при роботі в шкільній майстерні.

Кожна з розглянутих основних систем трудового навчання має певні переваги, завдяки яким знаходила (або знаходить) застосування. Разом з

тим кожна з них має і недоліки.

Предметна система забезпечує з самого початку включення учнів у продуктивну працю, яка підвищує їхню зацікавленість роботою. Проте тут не приділяється достатньої уваги формуванню практичних умінь і навичок.

Операційна система трудового навчання забезпечує формування трудових умінь і навичок, але не включає учнів у продуктивну працю. Крім того, тут не враховується, що для виготовлення виробів треба вміти не лише виконувати окремі операції, а й застосовувати їх у комплексних роботах.

Операційно-предметна система передбачає на першому періоді послідовне вивчення окремих операцій. У цей час створюються значні труднощі для залучення учнів до продуктивної праці.

Хоч операційно-комплексна система і вважається в наш час основною в системі професійно-технічної освіти, проте вона не позбавлена певних недоліків. Тут так само, як і в операційно-предметній системі, важко забезпечити включення учнів у продуктивну працю не лише під час вивчення операцій, а й при виконанні комплексних робіт.

Таким чином, аналіз основних систем трудового навчання приводить до висновку, що всі вони не позбавлені певних недоліків, причому деякі з них істотні.

У зв'язку з цим останніми роками було висунуто пропозиції щодо створення в школі нової системи трудового навчання, яка поєднала б усе краще, що було нагромаджено досвідом трудової підготовки підростаючого покоління, і водночас була позбавлена недоліків відомих систем трудового навчання.

Проте поки що не створено такої системи трудового навчання, яка б повною мірою відповідала сучасним вимогам до трудової підготовки молоді. Тому системи трудового навчання, що застосовуються тепер у загальноосвітній школі, справедливо піддаються критиці.

Технічна праця у V-VIII класах побудована за операційно-предметною системою. Ця система, як і системи предметна, операційна та операційно-комплексна, має один істотний недолік. Вона спрямована тільки на формування трудових, практичних умінь і навичок. За цією системою учні не залучаються до творчої технічної діяльності. Тим часом праця сучасного робітника характеризується високим інтелектуальним рівнем, інколи на розумову працю доводиться витратити часу більше, ніж на працю фізичну. Тому тепер ведеться робота над створенням такої системи, яка не мала б зазначеного недоліку. Програма з технічної праці у V-VIII класах, яка діє в школах, містить у собі спробу залучити дітей до творчої технічної праці. Проте назвати її досить вдалою ще не можна, бо зміст творчої діяльності в ній не розкривається [1].

Трудове навчання в старших класах будується за операційно-комплексною системою, а тому на практиці виникають труднощі, пов'я-

зані з недоліками цієї системи.

Отже, система трудового навчання в старших класах потребує вдосконалення так само, як і система трудового навчання у дев'ятирічній школі.

Виникає питання: чи може бути створена універсальна система трудового навчання, яку можна було б застосовувати незалежно від профілю трудової підготовки учнів? Деякі методисти відповідають на поставлене запитання позитивно. Проте попередні дослідження показують, що на систему трудового навчання залежно від його змісту впливають фактори виробничого і дидактичного характеру, які за своїми вимогами несумісні [2].

Зміни у вітчизняній системі освіти, які мають глибинний характер, безпосередньо пов'язані з особистісним фактором і, відповідно, передбачають вдосконалення та оптимізацію системи трудової підготовки вчителя.

Роль учителя в системі професійної освіти полягає не лише в тому, щоб передати знання від одного покоління до іншого, а й у тому, щоб забезпечити особистісний розвиток своїх учнів, зростання їхнього трудового виховання. Для цього вчитель сам повинен бути висококультурною, творчою особистістю, людиною майбутнього, носієм загальнолюдських цінностей, провідником ідей державотворення і демократичних змін в українському суспільстві.

Отже, поряд з проблемою вдосконалення системи трудового навчання актуалізується проблема підготовки вчителя-вихователя, спроможного вийти за межі власного навчального предмета, оптимально втілювати фахові знання в загальну систему культури. У його підготовці особливу увагу слід звернути на професійну переорієнтацію в педагогічній діяльності – від просвітництва до здійснення життєво творчої та культурної місії, від маніпулятивної, авторитарної педагогіки до педагогіки особистісно-зорієнтованої. Особливої актуальності така переорієнтація набуває стосовно вчителів трудового навчання.

У сучасних умовах гуманізації суспільства в Україні проблема формування трудового виховання школярів вимагає суттєвого перегляду.

Вивчення шкільної практики показує, що 60% вчителів відчувають труднощі при викладанні трудового навчання в школі, в першу чергу – щодо застосування нових технологій у навчально-виховному процесі та відбору відомостей, які доцільно використовувати у процесі формування технічних уявлень і понять. Їм важко здійснювати конструктивно-технологічний підхід, сучасний дизайн, пластичне мистецтво, а також диференційований та інтегрований підходи. Звідси випливає, що знання, раніше здобуті вчителями у вищих навчальних закладах, виявляються недостатніми стосовно сучасних вимог реформування освіти, а це негативно впливає на здійснення особистісно-зорієнтованого навчання і виховання молодших школярів, формування у них знань про цілісність фізичної та технічної картини світу.

Список використаних джерел:

1. Гусев С.В. Перспективи радикального вдосконалення системи трудового навчання учнів / С.В. Гусев // Трудова підготовка в закладах освіти. – 2008. – № 5-6. – С. 5.
2. Дятленко С. М. Книга вчителя трудового навчання / С.М. Дятленко. – Х. «Горсінг», 2005. – С. 12-25.
3. Закон України “Про загальну середню освіту” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/651-14>
4. Тхоржевський Д.О. Методика трудового та професійного навчання / Д.О. Тхоржевський. – К. РННЦ «ДІНІТ», 2000. – С. 25-26.

The article deals with the problem of improving the system of labor training, adequate modern educational standards.

Key words: *work training; educational development; technical work; career guidance; a subject; physical world; the education system.*

УДК 517.5

Гнатюк В.О., кандидат фізико-математичних наук,
професор кафедри алгебри і математичного аналізу
Гудима У.В., кандидат фізико-математичних наук, доцент

УМОВИ ЕКСТРЕМАЛЬНОСТІ ЕЛЕМЕНТА ДЛЯ ЗАДАЧІ НАЙКРАЩОЇ ЗВАЖЕНО РІВНОМІРНОЇ РАЦІОНАЛЬНОЇ АПРОКСИМАЦІЇ НЕПЕРЕРВНОГО КОМПАКТНОЗНАЧНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ

Встановлено необхідні, достатні умови та критерії екстремальності елемента для задачі найкращої зважено рівномірної раціональної апроксимації неперервного компактнзначного відображення.

Ключові слова: *зважено рівномірна раціональна апроксимація, компактнзначне відображення, екстремальний елемент, критерії екстремального елемента.*

Постановка задачі. Нехай S – компакт, s – його елементи, $C(S)$ – лінійний над полем дійсних чисел нормований простір неперервних на S дійснозначних функцій, $K(R)$ – сукупність непорожніх компактів множини R дійсних чисел, $C(S, K(R))$ – множина багатозначних відображень a компакту S в R таких, що для кожного $s \in S$ $a(s) = K_s \in K(R)$ і які неперервні на S відносно метрики Хаусдорфа

на $K(R)$, $C^+(S) = \{g \in C(S) : g(s) > 0, s \in S\}$, $\omega \in C^+(S)$ (ω – вагова функція), $U \subset C(S)$, $V \subset C^+(S)$, $\frac{U}{V} = \left\{ \frac{u}{v} : u \in U, v \in V \right\}$.

Задачею найкращої зважено рівномірної раціональної апроксимації неперервного компактнозначного відображення $a \in C(S, K(R))$ множиною $\frac{U}{V}$ будемо називати задачу відшукування величини

$$\alpha_a^\omega \left(\frac{U}{V} \right) = \inf_{(u,v) \in U \times V} \max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u(s)}{v(s)} - y \right| \right). \quad (1)$$

Якщо існує елемент $\frac{u^*}{v^*}, (u^*, v^*) \in U \times V$, такий, що

$$\alpha_a^\omega \left(\frac{U}{V} \right) = \max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| \right),$$

то його називають екстремальним елементом для величини (1).

У статті встановлено необхідні, достатні умови та критерії екстремальності елемента для величини (1), які узагальнюють на випадок задачі відшукування цієї величини відповідні результати, отримані у праці [1] для задачі найкращої рівномірної раціональної апроксимації неперервного компактнозначного відображення a множиною $\frac{U}{V}$.

Основні результати. У подальшому будемо припускати, що обмеження $(u,v) \in U \times V$ у задачі відшукування величини (1) є суттєвим, тобто

Основні результати. У подальшому будемо припускати, що обмеження $(u,v) \in U \times V$ у задачі відшукування величини (1) є суттєвим, тобто

$$\alpha_a^\omega(C(S)) = \inf_{g \in C(S)} \max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} |g(s) - y| \right) < \alpha_a^\omega \left(\frac{U}{V} \right). \quad (2)$$

Для $\frac{u^*}{v^*}, (u^*, v^*) \in U \times V$, покладемо

$$\alpha^{(u^*, v^*)} = \max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| \right);$$

$$S^{(u^*, v^*)} = \left\{ s: s \in S, \omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| = \max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| \right) = \alpha^{(u^*, v^*)} \right\};$$

$$a_S^{(u^*, v^*)} = \left\{ y: y \in a(s), \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| = \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| \right\}, \quad s \in S^{(u^*, v^*)}.$$

Неважко переконатися, що $S^{(u^*, v^*)} \neq \emptyset$; $a_S^{(u^*, v^*)} \neq \emptyset$, $s \in S^{(u^*, v^*)}$.

Через $\Gamma(M, y^*)$ будемо позначати конус внутрішніх напрямків

для множини M лінійного нормованого простору Y із точки $y^* \in Y$, а через $\Gamma^*(M, y^*)$ – конус граничних напрямків для M із y^* [2, с.12,13].

Для кожної пари $(u, v) \in C(S) \times C(S)$ покладемо $\|(u, v)\| = \max\{\|u\|, \|v\|\}$. Тоді векторний простір $C(S) \times C(S)$ стане лінійним нормованим простором.

Для $(u^*, v^*) \in U \times V$ позначимо через

$$h_{(s,y)}^{(u^*, v^*)}(u, v) = \omega(s) |u(s) - yv(s)| - \alpha^{(u^*, v^*)} v(s), \quad (u, v) \in C(S) \times C(S),$$

де $s \in S$, $y \in a(s)$;

$$h_s^{(u^*, v^*)}(u, v) = \omega(s) \max_{y \in a(s)} |u(s) - yv(s)| - \alpha^{(u^*, v^*)} v(s) = \max_{y \in a(s)} h_{(s,y)}^{(u^*, v^*)}(u, v),$$

$(u, v) \in C(S) \times C(S)$, де $s \in S$;

$$h^{(u^*, v^*)}(u, v) = \max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} |u(s) - yv(s)| - \alpha^{(u^*, v^*)} v(s) \right) = \max_{s \in S} h_s^{(u^*, v^*)}(u, v),$$

$(u, v) \in C(S) \times C(S)$.

Твердження 1. Для будь-якого елемента $(u^*, v^*) \in U \times V$ має місце рівність

$$h^{(u^*, v^*)}(u^*, v^*) = 0.$$

Доведення. Маємо, що

$$\max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| \right) = \alpha^{(u^*, v^*)}.$$

Звідси випливає, що для всіх $s \in S$, $y \in a(s)$

$$\omega(s) \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| \leq \alpha^{(u^*, v^*)}.$$

Тому $\omega(s) |u^*(s) - yv^*(s)| - \alpha^{(u^*, v^*)} v^*(s) \leq 0$, $s \in S$, $y \in a(s)$.

Внаслідок останнього співвідношення

$$h^{(u^*, v^*)}(u^*, v^*) = \max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} |u^*(s) - yv^*(s)| - \alpha^{(u^*, v^*)} v^*(s) \right) \leq 0. \quad (3)$$

Нехай тепер $s \in S^{(u^*, v^*)}$, $y \in a_s^{(u^*, v^*)}$. Тоді $a^{(u^*, v^*)} = \omega(s) \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right|$.

Звідси одержимо, що $\omega(s) |u^*(s) - yv^*(s)| - a^{(u^*, v^*)} v^*(s) = 0$.

Тоді

$$\begin{aligned} h^{(u^*, v^*)}(u^*, v^*) &= \max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} |u^*(s) - yv^*(s)| - \alpha^{(u^*, v^*)} v^*(s) \right) \geq \\ &\geq \omega(s) |u^*(s) - yv^*(s)| - a_s^{(u^*, v^*)} v^*(s) = 0 \end{aligned} \quad (4)$$

З (3), (4) маємо, що $h^{(u^*, v^*)}(u^*, v^*) = 0$.

Твердження доведено.

Теорема 1. Для того щоб елемент $\frac{u^*}{v^*}$, де $(u^*, v^*) \in U \times V$, був екстремальним елементом для величини (1), необхідно і достатньо, щоб

$$\min_{(u, v) \in U \times V} h^{(u^*, v^*)}(u, v) = h^{(u^*, v^*)}(u^*, v^*) = 0. \quad (5)$$

Доведення. Необхідність. Нехай $\frac{u^*}{v^*}$, де $(u^*, v^*) \in U \times V$, є екстремальним елементом для величини (1). Згідно з твердженням 1 $h^{(u^*, v^*)}(u^*, v^*) = 0$. Припустимо, що існує елемент $(u, v) \in U \times V$ такий, що $h^{(u^*, v^*)}(u, v) < 0$.

Тоді для всіх $s \in S$ $\omega(s) \max_{y \in a(s)} |u(s) - yv(s)| - \alpha^{(u^*, v^*)} v(s) < 0$.

Звідки для всіх $s \in S$ та $y \in a(s)$ $\omega(s) |u(s) - yv(s)| - \alpha^{(u^*, v^*)} v(s) < 0$.

Тому для всіх $s \in S$, $y \in a(s)$ $\omega(s) \left| \frac{u(s)}{v(s)} - y \right| < \alpha^{(u^*, v^*)}$.

Внаслідок цього

$$\max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u(s)}{v(s)} - y \right| \right) < \alpha^{(u^*, v^*)} = \max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| \right),$$

що суперечить припущенню про те, що $\frac{u^*}{v^*}$ є екстремальним елементом

для величини (1). Отже, рівність (5) має місце.

Необхідність доведено.

Достатність. Нехай для елемента $\frac{u^*}{v^*}$, де $(u^*, v^*) \in U \times V$, має місце рівність (5). Переконаємось, що $\frac{u^*}{v^*}$ є екстремальним елементом для величини (1). З (5) випливає, що для всіх $(u, v) \in U \times V$ справедлива нерівність $h^{(u^*, v^*)}(u, v) \geq 0$. Нехай для $(u, v) \in U \times V$

$$\begin{aligned} h^{(u^*, v^*)}(u, v) &= \max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} |u(s) - yv(s)| - \alpha^{(u^*, v^*)} v(s) \right) = \\ &= \omega(s_{(u, v)}) \max_{y \in a(s_{(u, v)})} |u(s_{(u, v)}) - yv(s_{(u, v)})| - \alpha^{(u^*, v^*)} v(s_{(u, v)}) = \\ &= \omega(s_{(u, v)}) |u(s_{(u, v)}) - y_{(u, v)} v(s_{(u, v)})| - \alpha^{(u^*, v^*)} v(s_{(u, v)}), \end{aligned}$$

де $s_{(u, v)} \in S$, $y_{(u, v)} \in a(s_{(u, v)})$.

Звідси і з попередньої нерівності отримаємо, що для всіх $(u, v) \in U \times V$

$$\max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u(s)}{v(s)} - y \right| \right) \geq \alpha^{(u^*, v^*)}.$$

Це й означає, що $\frac{u^*}{v^*}$ є екстремальним елементом для величини (1).

Теорему доведено.

Легко переконатися у справедливості такого твердження.

Твердження 2. Нехай φ – задана на лінійному нормованому просторі Y опукла неперервна функція, $\alpha \in \mathbb{R}$, $D_\alpha^\varphi = \{y \in Y : \varphi(y) < \alpha\} \neq \emptyset$, $D_\alpha^\varphi = \{y \in Y : \varphi(y) \leq \alpha\}$. Має місце рівність

$$\text{int } D_\alpha^\varphi = D_\varphi^\alpha. \quad (6)$$

Для $(u^*, v^*) \in U \times V$ будемо покладати

$$\begin{aligned} S_{(u^*, v^*)} &= \left\{ s : s \in S, h_s^{(u^*, v^*)}(u^*, v^*) = 0 \right\}, \\ a_{(u^*, v^*)}^s &= \left\{ y : y \in a(s), h_{(s, y)}^{(u^*, v^*)}(u^*, v^*) = 0 \right\}, \quad s \in S_{(u^*, v^*)}, \\ C^{(u^*, v^*)} &= \left\{ (u, v) : (u, v) \in C(S) \times C(S), h^{(u^*, v^*)}(u, v) < 0 \right\}. \end{aligned}$$

Легко переконатися, що $S_{(u^*, v^*)} = S^{(u^*, v^*)}$, $a_{(u^*, v^*)}^s = a_s^{(u^*, v^*)}$ для всіх $s \in S_{(u^*, v^*)}$.

Теорема 2. Нехай $(u^*, v^*) \in U \times V$. Має місце рівність

$$\begin{aligned} \Gamma\left(C^{(u^*, v^*)}, (u^*, v^*)\right) &= \bigcap_{s \in S_{(u^*, v^*)}} \bigcap_{y \in a_s^{(u^*, v^*)}} \left\{ (u, v) : (u, v) \in C(S) \times C(S), \right. \\ &\quad \left. \text{sign} \left(\frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right) \left(u(s) - \frac{u^*(s)}{v^*(s)} v(s) \right) < 0 \right\}. \end{aligned} \quad (7)$$

Доведення. Нехай для $s \in S$

$$C_s^{(u^*, v^*)} = \left\{ (u, v) : (u, v) \in C(S) \times C(S), h_s^{(u^*, v^*)}(u, v) < 0 \right\}.$$

Маємо, що

$$\begin{aligned} \bigcap_{s \in S} C_s^{(u^*, v^*)} &= \bigcap_{s \in S} \left\{ (u, v) : (u, v) \in C(S) \times C(S), h_s^{(u^*, v^*)}(u, v) < 0 \right\} = \\ &= \left\{ (u, v) : (u, v) \in C(S) \times C(S), \max_{s \in S} h_s^{(u^*, v^*)}(u, v) < 0 \right\} = \\ &= \left\{ (u, v) : (u, v) \in C(S) \times C(S), h^{(u^*, v^*)}(u, v) < 0 \right\} = C^{(u^*, v^*)}. \end{aligned} \quad (8)$$

З нерівності (2) випливає, що $C^{(u^*, v^*)} \neq \emptyset$. Тому і $\bigcap_{s \in S} C_s^{(u^*, v^*)} \neq \emptyset$.

Позначимо через

$$C_{(u^*, v^*)}^s = \left\{ (u, v) : (u, v) \in C(S) \times C(S), h_s^{(u^*, v^*)}(u, v) \leq 0 \right\}, \quad s \in S.$$

З урахуванням (8) і того, що S – компакт, для $s \in S$ функції $h_s^{(u^*, v^*)}(u, v)$, $(u, v) \in C(S) \times C(S)$ є опуклими та неперервними на $C(S) \times C(S)$, відображення $T : ((u, v), s) \in (C(S) \times C(S)) \times S \rightarrow h_s^{(u^*, v^*)}(u, v)$

є неперервним на $(C(S) \times C(S)) \times S$, $\bigcap_{s \in S} C_s^{(u^*, v^*)} \neq \emptyset$, на основі теореми

1.8.8 [2, с.40] та рівності $S_{(u^*, v^*)} = S^{(u^*, v^*)}$ робимо висновок, що

$$\Gamma\left(\bigcap_{s \in S} C_{(u^*, v^*)}^s, (u^*, v^*)\right) = \bigcap_{s \in S^{(u^*, v^*)}} \Gamma\left(C_{(u^*, v^*)}^s, (u^*, v^*)\right). \quad (9)$$

Внаслідок твердження 2, співвідношення (6) та твердження 1.8.6 [2, с.39] маємо, що

$$\text{int}\left(\bigcap_{s \in S} C_{(u^*, v^*)}^s\right) = \bigcap_{s \in S} \text{int} C_{(u^*, v^*)}^s = \bigcap_{s \in S} C_s^{(u^*, v^*)} = C^{(u^*, v^*)}. \quad (10)$$

З (9), (10) та твердження 1.2.5. [2, с.16] одержимо

$$\begin{aligned} \Gamma\left(C^{(u^*, v^*)}, (u^*, v^*)\right) &= \Gamma\left(\text{int}\left(\bigcap_{s \in S} C_{(u^*, v^*)}^s\right), (u^*, v^*)\right) = \\ &= \Gamma\left(\bigcap_{s \in S} C_{(u^*, v^*)}^s, (u^*, v^*)\right) = \bigcap_{s \in S^{(u^*, v^*)}} \Gamma\left(C_{(u^*, v^*)}^s, (u^*, v^*)\right). \end{aligned} \quad (11)$$

Аналогічно доводиться, що

$$\Gamma\left(C_{(u^*, v^*)}^s, (u^*, v^*)\right) = \bigcap_{y \in a_s^{(u^*, v^*)}} \Gamma\left(D_{(s, y)}, (u^*, v^*)\right), \quad (12)$$

де $D_{(s, y)} = \{(u, v) \in C(S) \times C(S) : h_{(s, y)}^{(u^*, v^*)}(u, v) \leq 0\}$, $s \in S^{(u^*, v^*)}$, $y \in a_s^{(u^*, v^*)}$.

Для всіх $s \in S^{(u^*, v^*)}$, $y \in a_s^{(u^*, v^*)}$ охарактеризуємо $\Gamma(D_{(s, y)}, (u^*, v^*))$.

Маємо, що

$$D_{(s, y)} = \{(u, v) \in C(S) \times C(S) : \omega(s)|u(s) - yv(s) - \alpha^{(u^*, v^*)}v(s) < 0\}.$$

Позначимо через

$$I_{(s, y)}^+(u, v) = \omega(s)u(s) - \left(y\omega(s) + \alpha^{(u^*, v^*)}\right)v(s), \quad (u, v) \in C(S) \times C(S),$$

$$I_{(s, y)}^-(u, v) = -\omega(s)u(s) + \left(y\omega(s) - \alpha^{(u^*, v^*)}\right)v(s), \quad (u, v) \in C(S) \times C(S),$$

$$D_{(s, y)}^+ = \{(u, v) : (u, v) \in C(S) \times C(S), I_{(s, y)}^+(u, v) \leq 0\},$$

$$D_{(s, y)}^- = \{(u, v) : (u, v) \in C(S) \times C(S), I_{(s, y)}^-(u, v) \leq 0\}, \quad s \in S^{(u^*, v^*)}, \quad y \in a_s^{(u^*, v^*)}.$$

Легко бачити, що

$$D_{(s, y)} = D_{(s, y)}^+ \cap D_{(s, y)}^-, \quad s \in S^{(u^*, v^*)}, \quad y \in a_s^{(u^*, v^*)}. \quad (13)$$

Для $s \in S^{(u^*, v^*)}$, $y \in \alpha_s^{(u^*, v^*)}$ маємо, що $\omega(s) \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| = \alpha^{(u^*, v^*)}$.

Якщо $\text{sign} \left(\frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right) = 1$, то в цьому випадку одержуємо

$$y\omega(s) + \alpha^{(u^*, v^*)} = \omega(s) \frac{u^*(s)}{v^*(s)}.$$

Тому $l_{(s,y)}^+(u, v) = \omega(s)u(s) - \omega(s) \frac{u^*(s)}{v^*(s)}v(s)$, $(u, v) \in C(S) \times C(S)$.

Звідки

$$l_{(s,y)}^+(u^*, v^*) = 0. \quad (14)$$

Маємо, крім того, що

$$\begin{aligned} l_{(s,y)}^-(u^*, v^*) &= -\omega(s)u^*(s) + yv^*(s)\omega(s) - \alpha^{(u^*, v^*)}v^*(s) = \\ &= \omega(s) \left(y - \frac{u^*(s)}{v^*(s)} \right) v^*(s) - \alpha^{(u^*, v^*)}v^*(s) = -2\alpha^{(u^*, v^*)}v^*(s) < 0. \end{aligned} \quad (15)$$

Оскільки $l_{(s,y)}^+(u, v)$, $l_{(s,y)}^-(u, v)$ є лінійними неперервними функціоналами на $C(S) \times C(S)$, то згідно з (13)-(15), твердженнями 1.2.2 [2, с. 14], 1.3.7 [2, с. 21] одержимо, що

$$\begin{aligned} \Gamma(D_{(s,y)}^+(u^*, v^*)) &= \Gamma(D_{(s,y)}^+(u^*, v^*)) \cap \Gamma(D_{(s,y)}^-(u^*, v^*)) = \\ &= \left\{ (u, v) : (u, v) \in C(S) \times C(S), l_{(s,y)}^+(u, v) < 0 \right\} \cap (C(S) \times C(S)) = \\ &= \left\{ (u, v) : (u, v) \in C(S) \times C(S), \omega(s)u(s) - \omega(s) \frac{u^*(s)}{v^*(s)}v(s) < 0 \right\} = \\ &= \left\{ (u, v) : (u, v) \in C(S) \times C(S), u(s) - \frac{u^*(s)}{v^*(s)}v(s) < 0 \right\}. \end{aligned}$$

У розглядуваному випадку $\text{sign} \left(\frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right) = 1$, то

$$\Gamma(D_{(s,y)}^+(u^*, v^*)) = \left\{ (u, v) : (u, v) \in C(S) \times C(S), \text{sign} \left(\frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right) \left(u(s) - \frac{u^*(s)}{v^*(s)}v(s) \right) < 0 \right\}. \quad (16)$$

Аналогічно доводиться, що рівність (16) має місце і у випадку, коли $\text{sign} \left(\frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right) = -1$.

З (11), (12), (16) випливає справедливість рівності (7).

Теорему доведено.

Теорема 3. Для того щоб елемент $\frac{u^*}{v^*}, (u^*, v^*) \in U \times V$, був екстремальним елементом для величини (1), необхідно, щоб для кожного елемента $(u, v) \in \Gamma^*(U \times V, (u^*, v^*))$ існували елементи $s \in S$, $y \in a(s)$ такі, що

$$\omega(s) \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| = \max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| \right), \quad (17)$$

$$\text{sign} \left(\frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right) \left(u(s) - \frac{u^*(s)}{v^*(s)} v(s) \right) \geq 0. \quad (18)$$

Доведення. Нехай елемент $\frac{u^*}{v^*}, (u^*, v^*) \in U \times V$, є екстремальним елементом для величини (1). Тоді згідно з теоремою 1 (u^*, v^*) є оптимальним розв'язком задачі відшукування величини $\min_{(u,v) \in U \times V} h^{(u^*, v^*)}(u, v)$.

Внаслідок теореми 1.4.1 [2, с. 22]

$$\Gamma \left(C^{(u^*, v^*)}, (u^*, v^*) \right) \cap \Gamma^*(U \times V, (u^*, v^*)) = \emptyset.$$

З урахуванням цього та теореми 2 робимо висновок, що для кожного $(u, v) \in \Gamma^*(U \times V, (u^*, v^*))$ існують елементи $s \in S^{(u^*, v^*)}$, $y \in a_s^{(u^*, v^*)}$ такі, для яких має місце (18). Враховуючи, що $s \in S^{(u^*, v^*)}$, $y \in a_s^{(u^*, v^*)}$ тоді і тільки тоді, коли $s \in S$, $y \in a(s)$ та виконується рівність (17), робимо висновок, що для кожного елемента $(u, v) \in \Gamma^*(U \times V, (u^*, v^*))$ існують елементи $s \in S$, $y \in a(s)$ такі, що мають місце співвідношення (17), (18).

Теорему доведено.

Теорема 4. Нехай $(u^*, v^*) \in U \times V$. Якщо для кожного елемента $\frac{u}{v}$, $(u, v) \in U \times V$, існують елементи $s \in S$, $y \in a(s)$ такі, що

$$\omega(s) \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| = \max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| \right), \quad (19)$$

$$\text{sign} \left(\frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right) \left(\frac{u(s)}{v(s)} - \frac{u^*(s)}{v^*(s)} \right) \geq 0, \quad (20)$$

то $\frac{u^*}{v^*}$ є екстремальним елементом для величини (1).

Доведення теореми аналогічне доведенню теореми 3.6 [3, с.1615].

Для формулювання критерію екстремального елемента скористаємось поняттями Γ^* [3,с.1616] та Γ [4,с.20]– множин.

Теорема 5. Нехай $(u^*, v^*) \in U \times V$ і $U \times V \in \Gamma^*$ – множиною відносно (u^*, v^*) , в тому числі Γ – множиною відносно (u^*, v^*) , зірковою відносно (u^*, v^*) , опуклою множиною. Для того щоб елемент $\frac{u^*}{v^*}$ був екстремальним елементом для величини (1), необхідно і достатньо, щоб для кожного $(u, v) \in U \times V$ існували елементи $s \in S$, $y \in a(s)$ такі, для яких виконуються співвідношення (19), (20).

Доведення. Необхідність. Нехай $\frac{u^*}{v^*}$, $(u^*, v^*) \in U \times V$, є екстремальним елементом для величини (1) і $U \times V \in \Gamma^*$ – множиною відносно точки (u^*, v^*) , в тому числі Γ – множиною відносно (u^*, v^*) , зірковою відносно (u^*, v^*) , опуклою множиною.

Тоді для кожного елемента $(u, v) \in U \times V$ маємо, що

$$(u, v) - (u^*, v^*) = (u - u^*, v - v^*) \in \Gamma^*(U \times V, (u^*, v^*)).$$

Тому за теоремою 3 для кожного елемента $(u, v) \in U \times V$ існують точки $s \in S$, $y \in a(s)$ такі, що має місце рівність (19) і

$$\text{sign} \left(\frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right) \left(u(s) - u^*(s) - \frac{u^*(s)}{v^*(s)} (v(s) - v^*(s)) \right) \geq 0. \quad (21)$$

З (21) випливає, що

$$\text{sign} \left(\frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right) \left(u(s) - \frac{u^*(s)}{v^*(s)} v(s) \right) \geq 0.$$

Поділивши останню нерівність на $v(s)$ одержимо (20).

Достатність. Випливає з теореми 4.

Теорему доведено.

Наслідок 1. Нехай $(u^*, v^*) \in U \times V$, U є зірковою відносно u^* , в тому числі опуклою множиною, а V є зірковою відносно v^* , в тому числі

опуклою множиною. Для того щоб елемент $\frac{u^*}{v^*}$ був екстремальним елементом для величини (1), необхідно і достатньо, щоб для будь-яких $(u, v) \in U \times V$ існували такі елементи $s \in S$, $y \in a(s)$, для яких виконуються співвідношення (19), (20).

Висновок. Встановлено необхідні, достатні умови та критерії екстремального елемента для задачі відшукування величини (1), які можна використати для побудови чисельних методів наближеного відшукування цієї величини та її екстремального елемента.

Список використаних джерел:

1. Гнатюк Ю. В. Апроксимація компактнозначного відображення відношеннями елементів двох множин однозначних відображень / Ю.В. Гнатюк, У.В. Гудима, В.О. Гнатюк // Математичне та комп'ютерне моделювання: зб. наук. пр. Серія фізико-математичні науки/ Кам'янець-Подільський національний університет, Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський нац. університет, 2008. – Вип. 1. – С. 61-70.

2. Лоран П.-Ж. Аппроксимация и оптимизация / П.-Ж. Лоран. – М. : Мир, 1975. – 496 с.

3. Гудима У.В. Найкраща рівномірна апроксимація неперервного компактнозначного відображення множинами неперервних однозначних відображень / У.В. Гудима // Укр. мат. журн. – 2005. – № 12. – С. 1601-1619.

4. Гнатюк Ю.В. Критерії екстремального елемента та його єдиності для задачі найкращої рівномірної апроксимації неперервного компактнозначного відображення множинами однозначних відображень / Ю.В. Гнатюк, У.В. Гудима // Доп. НАН України. – 2005. – № 6. – С. 19-23.

In article we established the necessary and sufficient conditions and criteria of the element of the best weighted uniform rational approximation of continuous compact-valued map.

Key words: *the best weighted uniform rational approximation, the compact-valued maps, the criteria of extreme element.*

УДК 517.5

Гудима У.В., кандидат фізико-математичних наук, доцент

**ПИТАННЯ ІСНУВАННЯ ЕКСТРЕМАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА
ДЛЯ ЗАДАЧІ НАЙКРАЩОЇ ЗВАЖЕНО РІВНОМІРНОЇ
РАЦІОНАЛЬНОЇ АПРОКСИМАЦІЇ
КОМПАКТНОЗНАЧНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ**

У статті розглянуто деякі теореми існування екстремального елемента для задачі найкращої зважено рівномірної раціональної апроксимації неперервного компактнозначного відображення.

Ключові слова: *теореми існування екстремального елемента, задача найкращої зважено рівномірної раціональної апроксимації.*

Постановка задачі найкращої зважено рівномірної раціональної апроксимації неперервного компактнозначного відображення. Нехай S – компакт, s – його елементи, $C(S)$ – лінійний над полем дійсних чисел нормований простір неперервних на S дійснозначних функцій g з нормою $\|g\| = \max_{s \in S} |g(s)|$, $K(R)$ – сукупність непорожніх компактів простору R :

$$K(R) = \{K : K \subset R, K - \text{компакт}, K \neq \emptyset\},$$

$C(S, K(R))$ – множина багатозначних відображень a компакту S

в R таких, що для кожного $s \in S$ $a(s) = K_s \in K(R)$ і, крім того, неперервних на S відносно метрики Гаусдорфа на $K(R)$, $a \in C(S, K(R))$,

$$C_{\parallel}^+(S) = \{g : g \in C(S), |g(s)| > 0, s \in S\},$$

$$C^+(S) = \{g : g \in C(S), g(s) > 0, s \in S\},$$

$\omega \in C^+(S)$ (ω – вагова функція), $U \subset C(S)$, $V \subset C_{\parallel}^+(S)$,

$$\frac{U}{V} = \left\{ \frac{u}{v} : u \in U, v \in V \right\}.$$

Задачею найкращої зважено рівномірної раціональної апроксимації відображення a множиною $\frac{U}{V}$ будемо називати задачу відшукування величини

$$\alpha_a^\omega\left(\frac{U}{V}\right) = \inf_{\substack{u \in U, \\ v \in V}} \max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u(s)}{v(s)} - y \right| \right). \quad (1)$$

Якщо існують елементи $u^* \in U$, $v^* \in V$ такі, що

$$\alpha_a^\omega\left(\frac{U}{V}\right) = \max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| \right),$$

то елемент $\frac{u^*}{v^*}$ будемо називати екстремальним елементом для величини (1).

У статті розглянуто деякі твердження щодо існування екстремального елемента для величини (1), які узагальнюють відповідні результати, отримані в роботі [1] для випадку найкращої рівномірної раціональної апроксимації неперервного компактнозначного відображення, тобто для випадку, коли $\omega(s) = 1, s \in S$.

2. Теорема існування екстремального елемента для величини (1).

Твердження 1. Якщо $\left\{ \frac{u_m}{v_m} \right\}_{m=1}^\infty$ - екстремальна послідовність для величини (1), то існує число $\lambda > 0$ таке, що $|u_m(s)| \leq \lambda |v_m(s)|$ для всіх $s \in S$, $m = 1, 2, \dots$.

Доведення. Нехай $\left\{ \frac{u_m}{v_m} \right\}_{m=1}^\infty$ - екстремальна послідовність для величини (1), тобто $u_m \in U$, $v_m \in V$, $m = 1, 2, \dots$, та

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u_m(s)}{v_m(s)} - y \right| \right) = \alpha_a^\omega\left(\frac{U}{V}\right). \quad (2)$$

Для всіх $s \in S$, $m = 1, 2, \dots$ маємо, що

$$\begin{aligned} \omega(s) \left| \frac{u_m(s)}{v_m(s)} \right| &\leq \omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u_m(s)}{v_m(s)} - y \right| + \omega(s) \max_{y \in a(s)} |y| \leq \\ &\leq \max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u_m(s)}{v_m(s)} - y \right| \right) + \max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} |y| \right). \end{aligned}$$

Звідси, з огляду на (2), робимо висновок, що існує додатне число λ_1 таке, для якого

$$\omega(s) \left| \frac{u_m(s)}{v_m(s)} \right| \leq \lambda_1 \text{ для всіх } s \in S, m = 1, 2, \dots$$

$$\text{Звідки для всіх } s \in S, m = 1, 2, \dots \left| \frac{u_m(s)}{v_m(s)} \right| \leq \lambda, \text{ де } \lambda = \frac{\lambda_1}{\min_{s \in S} \omega(s)} > 0.$$

Тому $|u_m(s)| \leq \lambda |v_m(s)|$ для всіх $s \in S, m = 1, 2, \dots$

Твердження доведено.

Для $v \in C(S)$ через S_v будемо позначати таку множину:

$$S_v = \{s : s \in S, v(s) \neq 0\}.$$

Теорема 1. Якщо для деякої екстремальної послідовності $\left\{ \begin{matrix} u_m \\ v_m \end{matrix} \right\}_{m=1}^{\infty}$

для величини (1) існує підпослідовність $\{m_k\}_{k=1}^{\infty}$ послідовності натуральних чисел така, що $\lim_{k \rightarrow \infty} u_{m_k} = u^*$, $\lim_{k \rightarrow \infty} v_{m_k} = v^*$, $v^* \neq 0$, множина S_{v^*} щільна в S і, крім того, існують $\hat{u} \in U$, $\hat{v} \in V$ такі, що

$$\frac{\hat{u}(s)}{\hat{v}(s)} = \frac{u^*(s)}{v^*(s)} \text{ для всіх } s \in S_{v^*}, \quad (3)$$

то $\frac{\hat{u}}{\hat{v}}$ буде екстремальним елементом для величини (1).

Доведення. Для $s \in S_{v^*}$, $k = 1, 2, \dots$ маємо (див., наприклад, [2, с. 306])

$$\left| \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u_{m_k}(s)}{v_{m_k}(s)} - y \right| - \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| \right| \leq \left| \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u_{m_k}(s)}{v_{m_k}(s)} - y \right| - \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| \right| \leq \left| \frac{u_{m_k}(s)}{v_{m_k}(s)} - \frac{u^*(s)}{v^*(s)} \right|.$$

Оскільки $\lim_{k \rightarrow \infty} u_{m_k} = u^*$, $\lim_{k \rightarrow \infty} v_{m_k} = v^*$, то враховуючи останню нерівність та умову (3), робимо висновок, що для всіх $s \in S_{v^*}$

$$\begin{aligned} \lim_{k \rightarrow \infty} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u_{m_k}(s)}{v_{m_k}(s)} - y \right| \right) &= \omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{\hat{u}(s)}{\hat{v}(s)} - y \right| \leq \\ &\leq \lim_{k \rightarrow \infty} \max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u_{m_k}(s)}{v_{m_k}(s)} - y \right| \right) = \alpha_a^\omega \left(\frac{U}{V} \right), \end{aligned}$$

оскільки $\left\{ \frac{u_{m_k}}{v_{m_k}} \right\}_{k=1}^\infty$ є підпослідовністю екстремальної послідовності

$\left\{ \frac{u_m}{v_m} \right\}_{m=1}^\infty$ для величини (1) (див. умови теореми). Звідси одержуємо, що

$$\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{\hat{u}(s)}{\hat{v}(s)} - y \right| \leq \alpha_a^\omega \left(\frac{U}{V} \right), \quad s \in S_{v^*}. \quad (4)$$

Нехай тепер $s \in S \setminus S_{v^*}$ і послідовність $\{t_l^s\}_{l=1}^\infty$, $t_l^s \in S_{v^*}$, $l = 1, 2, \dots$, така, що $\lim_{l \rightarrow \infty} t_l^s = s$.

На підставі того, що для кожного $g \in C(S)$ функція $\Phi_a^g(s) = \max_{y \in a(s)} |g(s) - y|$, $s \in S$, є неперервною по s на S (див. [3, С. 1603]), враховуючи (4), робимо висновок, що

$$\lim_{l \rightarrow \infty} \left(\omega(s) \max_{y \in a(t_l^s)} \left| \frac{\hat{u}(t_l^s)}{\hat{v}(t_l^s)} - y \right| \right) = \omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{\hat{u}(s)}{\hat{v}(s)} - y \right| \leq \alpha_a^\omega \left(\frac{U}{V} \right), \quad s \in S \setminus S_{v^*}. \quad (5)$$

З (4) та (5) випливає, що

$$\max_{s \in S} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{\hat{u}(s)}{\hat{v}(s)} - y \right| \right) \leq \alpha_a^\omega \left(\frac{U}{V} \right).$$

Оскільки $\hat{u} \in U$, $\hat{v} \in V$, то це означає, що $\frac{\hat{u}}{\hat{v}}$ буде екстремальним елементом для величини (1).

Теорему доведено.

Наслідок 1. Якщо в задачі відшукування величини (1) для деякої екст-

ремальної послідовності $\left\{ \frac{u_m}{v_m} \right\}_{m=1}^\infty$ для цієї величини існує підпослідов-

ність $\{m_k\}_{k=1}^\infty$ послідовності натуральних чисел така, що $\lim_{k \rightarrow \infty} u_{m_k} = u^* \in U$,

$\lim_{k \rightarrow \infty} v_{m_k} = v^* \in V$, то $\frac{u^*}{v^*}$ буде екстремальним елементом для величини (1).

Справедливість наслідку випливає з теореми 1, якщо в цій теоремі покласти $\hat{u} = u^*$, $\hat{v} = v^*$.

Наслідок 2. Нехай в задачі відшукування величини (1) U – локально компактна, а V – відносно компактна множини простору $C(S)$.

Якщо для довільних елементів $u^* \in \bar{U}$, $v^* \in \bar{V}$, для яких $|u^*(s)| \leq \lambda |v^*(s)|$ для всіх $s \in S$ і деякого $\lambda > 0$, маємо, що $v^* \neq 0$, множина S_{v^*} щільна в S і, крім того, існують $\hat{u} \in U$, $\hat{v} \in V$ такі, що

$$\frac{\hat{u}(s)}{\hat{v}(s)} = \frac{u^*(s)}{v^*(s)}, s \in S_{v^*}, \quad (6)$$

то екстремальний елемент для величини (1) існує.

Доведення наслідку аналогічне доведенню наслідку 2 праці [1].

Наслідок 3. Якщо U – замкнена локально компактна множина простору $C(S)$, а V – компакт простору $C(S)$, то екстремальний елемент для величини (1) існує.

Справедливість наслідку випливає з наслідку 2.

Наслідок 4. Нехай U – скінченновимірний підпростір простору $C(S)$, а V – компакт простору $C(S)$. Тоді екстремальний елемент для величини (1) існує.

Справедливість наслідку випливає з наслідку 3.

Наслідок 5. Нехай U та P – скінченновимірні підпростори простору $C(S)$, V є обмеженою замкнутою множиною підпростору P . Тоді екстремальний елемент для величини (1) існує.

Справедливість наслідку випливає з наслідку 4.

Теорема 2. Якщо в задачі відшукування величини (1) для деякої екстремальної послідовності $\left\{ \frac{u_m}{v_m} \right\}_{m=1}^{\infty}$ для цієї величини існує підпослідов-

ність $\{m_k\}_{k=1}^{\infty}$ послідовності натуральних чисел така, що послідовності

$\left\{ \frac{u_{m_k}}{\|v_{m_k}\|} \right\}_{k=1}^{\infty}$, $\left\{ \frac{v_{m_k}}{\|v_{m_k}\|} \right\}_{k=1}^{\infty}$ мають при $k \rightarrow \infty$ границі, рівні відповідно u^* ,

v^* , причому множина S_{v^*} щільна в S , та, крім того, існують $\hat{u} \in U$, $\hat{v} \in V$, для яких

$$\frac{\hat{u}(s)}{\hat{v}(s)} = \frac{u^*(s)}{v^*(s)}, \quad s \in S_{v^*}, \quad (7)$$

то $\frac{\hat{u}}{\hat{v}}$ буде екстремальним елементом для величини (1).

Доведення. Для $s \in S_{v^*}$, $k = 1, 2, \dots$ маємо (див., наприклад, [2, С. 306])

$$\begin{aligned} & \left| \omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u_{m_k}(s)}{v_{m_k}(s)} - y \right| - \omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| \right| \leq \\ & \leq \omega(s) \left| \frac{u_{m_k}(s)}{v_{m_k}(s)} - \frac{u^*(s)}{v^*(s)} \right| = \omega(s) \left| \frac{u_{m_k}(s) \cdot \|v_{m_k}\|^{-1}}{v_{m_k}(s) \cdot \|v_{m_k}\|^{-1}} - \frac{u^*(s)}{v^*(s)} \right|. \end{aligned}$$

Оскільки за умовою $\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{u_{m_k}}{\|v_{m_k}\|} = u^*$, $\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{v_{m_k}}{\|v_{m_k}\|} = v^*$, то з останньої рівності та умови (7) теореми робимо висновок, що для всіх $s \in S_{v^*}$

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \left(\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u_{m_k}(s)}{v_{m_k}(s)} - y \right| \right) = \omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{u^*(s)}{v^*(s)} - y \right| = \omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{\hat{u}(s)}{\hat{v}(s)} - y \right|.$$

Звідси випливає, що

$$\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{\hat{u}(s)}{\hat{v}(s)} - y \right| \leq \alpha_a^\omega \left(\frac{U}{V} \right), \quad s \in S_{v^*}. \quad (8)$$

З урахуванням (8) легко переконатися (див. доведення теореми 1), що

$$\omega(s) \max_{y \in a(s)} \left| \frac{\hat{u}(s)}{\hat{v}(s)} - y \right| \leq \alpha_a^\omega \left(\frac{U}{V} \right), \quad s \in S \setminus S_{v^*}. \quad (9)$$

Оскільки $\hat{u} \in U$, $\hat{v} \in V$, то з (8), (9) випливає, що $\frac{\hat{u}}{\hat{v}}$ є екстремальним елементом для величини (1).

Теорему доведено.

Наслідок 6. Якщо для деякої екстремальної послідовності $\left\{ \frac{u_m}{v_m} \right\}_{m=1}^\infty$ для величини (1) існує підпослідовність $\{m_k\}_{k=1}^\infty$ послідовності натураль-

них чисел така, що $\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{v_{m_k}}{\|v_{m_k}\|} = v^* \in V$, $\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{u_{m_k}}{\|v_{m_k}\|} = u^* \in U$, то $\frac{u^*}{v^*}$ буде екстремальним елементом для величини (1).

Справедливість наслідку випливає з теореми 2.

Наслідок 7. Якщо в задачі відшукування величини (1) U – замкнений локально компактний конус (в тому числі скінченновимірний підпростір)

простору $C(S)$ та для деякої екстремальної послідовності $\left\{ \frac{u_m}{v_m} \right\}_{m=1}^{\infty}$

для цієї величини існує часткова границя послідовності $\left\{ \frac{v_m}{\|v_m\|} \right\}_{m=1}^{\infty}$, яка

належить V , то екстремальний елемент для величини (1) існує.

Справедливість наслідку випливає з того, що U – замкнений локально компактний конус, твердження 1 та наслідку 6.

Наслідок 8. Нехай U та V – локально компактні конуси простору $C(S)$. Тоді, якщо для довільних елементів $u^* \in \bar{U}$, $v^* \in \bar{V}$, $v^* \neq 0$, таких,

що $|u^*(s)| \leq \lambda |v^*(s)|$ для всіх $s \in S$ і деякого $\lambda > 0$, множина S_{v^*}

щільна в S та існують $\hat{u} \in U$, $\hat{v} \in V$ такі, що

$$\frac{\hat{u}(s)}{\hat{v}(s)} = \frac{u^*(s)}{v^*(s)}, \quad s \in S_{v^*}, \quad (10)$$

то екстремальний елемент для величини (1) існує.

Справедливість наслідку випливає з того, що U та V є локально компактними конусами, твердження 1 та теореми 2.

Наслідок 9. Нехай U та P – скінченновимірні підпростори простору $C(S)$, V – конус, який включається у множину $P \cap C_{\parallel}^+(S)$.

Якщо для довільних елементів $u^* \in U$, $v^* \in \bar{V}$, $v^* \neq 0$, таких, що $|u^*(s)| \leq \lambda |v^*(s)|$ для всіх $s \in S$ і $\lambda > 0$, множина S_{v^*} щільна в S та існують $\hat{u} \in U$, $\hat{v} \in V$ такі, що має місце співвідношення (10), то екстремальний елемент для величини (1) існує.

Справедливість наслідку випливає з наслідку 8.

3. Задача відшукування величини (1) у дійсній області. Розглянемо окремий випадок задачі (1), коли $S = \bigcup_{i=1}^n [a_i, b_i]$, де $a_i, b_i, i = \overline{1, n}$, – дійсні числа, для яких $a_i < b_i, i = \overline{1, n}, b_i < a_{i+1}, i = \overline{1, n-1}$,

$$U = \left\{ u : u(s) = \sum_{j=0}^r d_j s^j, s \in S, \alpha_j \in \mathbb{R}, j = \overline{0, r} \right\},$$

$$P = \left\{ v : v(s) = \sum_{k=0}^l \beta_k s^k, s \in S, \beta_k \in \mathbb{R}, k = \overline{0, l} \right\}, V \subset P \cap C_{\mathbb{H}}^+(S).$$

Задачу відшукування величини (1) у цьому випадку будемо називати задачею відшукування величини (1) у дійсній області.

Теорема 3. Нехай в задачі відшукування величини (1) у дійсній області $V = P \cap C_{\mathbb{H}}^+(S)$. Тоді екстремальний елемент для цієї величини існує.

Доведення теореми аналогічне доведенню теореми 3 праці [1]. При доведенні теореми суттєво використовують наслідок 9.

Теорема 4. Нехай в задачі відшукування величини (1) у дійсній області $S = [a, b]$, $V = P \cap C^+(S)$. Тоді екстремальний елемент для цієї величини існує.

Доведення теореми аналогічне доведенню теореми 4 праці [1]. При доведенні теореми суттєво використовується наслідок 9.

Список використаних джерел:

1. Гнатюк Ю.В. Питання існування екстремального елемента для задачі найкращої рівномірної апроксимації компактноточного відображення/ Ю.В. Гнатюк, В.О. Гнатюк, У.В. Гудима// Проблеми теорії наближення функцій та суміжні питання : зб. наук. пр. Ін-ту математики НАН України. К. : Ін-т математики НАН України, 2007. - Т. 4, № 1. - С. 49-64
2. Корнейчук Н.П. Экстремальные задачи теории приближения/ Н.П. Корнейчук– М.: Наука, 1976. – 320с.
3. Гудима У.В. Найкраща рівномірна апроксимація неперервного компактноточного відображення множинами неперервних однозначних відображень/ У.В. Гудима // Укр. мат. журн. – 2005.-57, №12. – С.1601-1619.

In the article some theorems are considered about existence of extreme element of the problem of the best weighted uniform rational approximation compact considerable reflection.

Key words: *The theorems are considered about existence of extreme element, the best weighted uniform rational approximation compact considerable reflection.*

УДК 37.016:53

Дінділевич Є.М., асистент кафедри МВФ і ДТОГ
Діденко В.О., студент 5-го курсу фізико-математичного факультету
**ВИДИ КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЕЙ І НАПРЯМКИ
ВИКОРИСТАННЯ ЇХ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ**

На сьогоденній час комп'ютерні моделі (КМ) є одним з нових видів навчальних об'єктів, що збагатили систему засобів. З моменту своєї появи КМ дуже швидко увійшли до складу практично всіх освітніх ресурсів з фізики. Це пов'язано з їх особливими дидактичними властивостями. Базуються, як правило, на якісних фізичних і математичних моделях реальних об'єктів і процесів навчальні комп'ютерні моделі як засіб наочності і об'єкт пізнавальної діяльності учнів незрівнянні ні з одним іншим навчальним об'єктом.

Ключові слова: комп'ютерна модель, класифікація комп'ютерних моделей, навчання фізиці, мета навчання.

Постановка проблеми. Для підвищення успішності учнів у навчанні виникає потреба у: моделюванні певних умов протікання, здійснення операцій які неможливі в реальності, спрощенні матеріалу для кращого засвоєння.

Комп'ютерна модель – це модель, реалізація та дослідження якої здійснюється за допомогою комп'ютера (тобто засобами віртуальної інформаційного середовища). Навчальна комп'ютерна модель – це комп'ютерна модель, призначена для пред'явлення учням предмета навчання (елементів «готового» наукового знання – концептуального, процесуального) та формування у них відповідних пізнавальних умінь, у тому числі умінь у виконанні комп'ютерного експерименту як методу пізнання явищ природи [2].

Як видно, у визначенні поняття навчальної комп'ютерної моделі закладена інформація про її освітнє призначення. З одного боку, КМ може служити одним з ефективних способів пред'явлення та відпрацювання в учнів «готового» знання. У цьому випадку виявляють себе дидактичні функції комп'ютерної моделі. З іншого боку, дана модель може використовуватися в навчанні з метою формування в учнів досвіду дослідницької діяльності комп'ютерного моделювання.

Переваги КМ цілком очевидні. Комп'ютерні моделі дозволяють: 1) вивчати досить складні фізичні явища природи і технічні об'єкти на рівні, доступному розумінню учнів; 2) акцентувати увагу на головному, істотному в явищі завдяки спрощеній формі його представлення та використання ефектів мультимедіа; 3) вивчати явище в «чистому» вигляді, точно моделюючи необхідні умови його протікання; 3) спостерігати явище в динаміці, тобто фіксувати його розвиток у просторі та часі; 4) супроводжувати роботу моделі візуальною інтерпретацією закономірних зв'язків між її параметрами в формі графіків, діаграм, схем; 5) здійснювати операції, неможливі в реальності, зокрема: змінювати просторово-часові

масштаби протікання явища, задавати і змінювати параметри досліджуваної системи об'єктів, не побоюючись за її стан, а також безпеку і збереження оточуючого середовища [1,2].

Введемо ряд термінів, що позначають види конкретних навчальних комп'ютерних моделей.

Навчальні комп'ютерні моделі, для яких характерні видові ознаки 1.1 в поєднанні з ознакою 3.1 (незалежно від виду моделі в рамках класифікації 2), можна назвати комп'ютерними демонстраціями. До таких моделей відноситься, наприклад, комп'ютерна демонстрація фізичної досвіду (спостереження, експерименту). Це модель, яка ілюструє хід досвіду, але не допускає при цьому втручання користувача в алгоритм програми, реалізує її роботу. Після запуску такої моделі користувачеві демонструється весь досвід від початку до кінця відповідно до заздалегідь розробленого сценарієм. Існують варіанти комп'ютерної демонстрації фізичного досвіду: 1) комп'ютерна демонстрація явища (користувачеві пред'являється модель явища в природних умовах його протікання); 2) комп'ютерна демонстрація фізичного експерименту (користувачеві пред'являється модель роботи експериментальної установки і спостережуваного на ній ефекту). Можливі також комп'ютерні демонстрації технічних об'єктів.[2]

Що стосується конкретних прикладів навчальних симуляцій, то слід сказати, що в курсі фізики досить популярні комп'ютерні симуляції фізичних дослідів (спостережень і експериментів). Моделі цього виду в тій чи іншій мірі імітують діяльність вченого по «добування» наукових фактів. Така симуляція у варіанті «тренаж» має своєю метою не тільки вивчення особливостей пристрою і роботи конкретної дослідної установки, але і орієнтована на практичну підготовку учнів до проведення окремих етапів натурального фізичного досвіду. За допомогою такого симулятора можливе формування в учнів окремих експериментальних умінь і навичок: 1) виконання деяких дій та операцій (пред'явлення зразка дії і тренаж); 2) проведення конкретного фізичного експерименту в цілому (демонстрація зразка діяльності та тренаж). Розроблені на основі математичних моделей виду 2.1 і 2.2 (див. табл.1) симулятори будуть ефективні і при проведенні навчальних досліджень - навчальних комп'ютерних експериментів, що включають, як правило, тільки другу стадію пошуку (тобто дослідження «готової» моделі).

Таблиця 1.

Класифікація комп'ютерних моделей

Класифікація 1	Класифікація 2	Класифікація 3
1.1. Моделі реальних об'єктів і процесів: - Природної природи; - Другої природи (інструментів, приладів, машин, установок, технічних комплексів і реалізованих на них технологічних процесів)	2.1. Моделі, побудовані на аналітичному описі явища на основі відомих експериментальні законів (або рівнянь теорії)	3.1. Моделі для засвоєння елементів «готового» знання (концептуального, процесуального)

Продовження таблиці 1

1.2. Моделі ідеалізованих об'єктів, що відображають сутність (ядро) фізичних теорій	2.2. Моделі, що допускають правдоподібне аналітичний опис явища (імітаційні моделі)	3.2. Моделі для навчального дослідження: - За планом, розробленим користувачем; - Відповідно готовим навчальним сценарієм
1.3. Моделі дій та операцій людини з об'єктами природи і техніки	2.3. Комп'ютерні анімації (візуальна імітація властивостей об'єкта)	

При вивченні прикладних питань курсу фізики будуть цікаві і корисні для учнів комп'ютерні симуляції роботи з технічними пристроями (інструментами, приладами, машинами, технологічними комплексами).

Важливо не тільки побудувати класифікації КМ і позначити їх конкретні варіанти, але і показати, як ці моделі можуть використовуватися в навчанні при вирішенні цілком певних освітніх завдань. Розглянемо напрями використання КМ різних видів у навчанні фізики.

Навчальні комп'ютерні моделі, призначені для засвоєння «готового» знання:

а) комп'ютерні демонстрації фізичних явищ як засіб вивчення: зовнішніх ознак явищ; вмісту емпіричних понять; проявів емпіричних законів в природі і техніці; емпіричних підстав досліджуваної теорії;

б) комп'ютерні демонстрації фізичного експерименту як ілюстрація вмісту і логіки проведення відповідного натурального експерименту, в тому числі вмісту постановки історичних дослідів, що включає візуалізацію натурної установки та порядку її роботи, пред'явлення результатів експерименту (у формі спостережуваних ефектів, таблиць, схем, діаграм, графіків функціональної залежності);

в) комп'ютерні демонстрації технічних об'єктів (приладів, машин, технологічних комплексів), що включають: візуалізацію пристрої технічного об'єкта та його окремих частин; принцип та порядок роботи, область і правила використання;

г) комп'ютерні демонстрації ідеалізованого об'єкта теорії як засіб ілюстрації елементів фізичних теорій: структури ідеалізованого об'єкта; теоретичних понять, постулатів і принципів, що описують його поведінку; вмісту уявних експериментів, у тому числі історичних, підтверджують справедливість вихідної теоретичної моделі явища; наслідків теорії;

д) комп'ютерна симуляція фізичного експерименту (тренаж) - покрокове відображення вмісту і логіки проведення відповідного натурального експерименту, в тому числі історичних дослідів, що включає: візуалізацію натурної установки і можливих режимів її роботи; інтерактивну процедуру підготовки установки до експерименту; процедуру збору фактів (у формі даних віртуального експерименту); обробку даних експерименту, їх уявлення у формі таблиць; схем, діаграм, графіків функціональної залежності;

е) комп'ютерні симуляції роботи технічних пристроїв (тренаж) як засіб вивчення та первинного практичного освоєння їх правил складання і використання. Навчальні комп'ютерні моделі та інструментальні середовища, призначені для навчального дослідження:

а) комп'ютерна симуляція фізичного експерименту (дослідження) - покрокове відображення вмісту і логіки проведення натурального експерименту, в тому числі історичних дослідів, що включає: візуалізацію натурної установки і вибір режиму її роботи; імітацію процедури підготовки установки до експерименту; імітацію дій з управління роботою установки і зняття показань приладів (збір фактів у формі даних віртуального експерименту); самостійну обробку даних експерименту, їх уявлення у формі таблиць, схем, діаграм, графіків функціональної залежності з використанням вбудованого інструментарію;

б) інструментальні середовища для побудови складних моделей з деякої сукупності «готових» базових моделей - навчальні конструктори, призначені для моделювання та дослідження: фізичних явищ, технічних об'єктів та їх систем (в приватності експериментальних установок для проведення експерименту);

в) комп'ютерний експеримент (дослідження поведінки «готової» чисельної моделі явища): для дослідження особливостей поведінки моделі фізичного явища при різних значеннях його параметрів і в різних умовах; для дослідження особливостей поведінки моделей технічних об'єктів та їх систем (зокрема для проведення експерименту).

Висновок. Отже, видовий склад комп'ютерних моделей дуже різноманітний. Зазначені види та напрямки використання комп'ютерних моделей у навчанні фізики допоможуть розробникам віртуального навчального середовища визначитися зі складом КМ, необхідних для організації навчального процесу з фізики, а вчителям зорієнтуватися у виборі «готових» моделей для навчальних занять і визначенні цілей їх використання у навчанні.

Список використаних джерел:

1. Атамнчук П.С. Інновації в формуванні фахових якостей майбутніх вчителів фізики / П.С. Атамнчук // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г.Шевченка. Чернігівський державний педагогічний університет імені Т.Г.Шевченка; гол. ред. Носко М.О. – Чернігів ЧДПУ, 2010. (Серія: педагогічні науки). – Вип. 77 – С. 167-173.
2. Оспеннікова Є. В. Методологічна функція віртуального лабораторного експерименту / Є. В. Оспеннікова // Інформатика та освіта. – 2010. – № 11. – С. 83-89.
3. Оспенніков Н. А. Шкільний фізичний експеримент в умовах розвитку комп'ютерних технологій навчання / Н. А. Оспенніков // Вісник ПДПУ. Сер. «ІКТ в освіті». – 2012. – Вип. 2. – С. 47-76.

To a computer model (CM) is one of the new types of educational-facilities of that system enriched products. Since its introduction KM quickly became part of almost all educational resources for physics. This is due to their special properties didactic. Based usually on the quality of physical and mathematical models of real objects and processes of educational computer models as a means of clarity and facility cognitive activity incomparable with any other educational entity.

Key words: computer model, classification of computer models, physics education, training goal.

УДК 37.016:53

Дмитрук С.І., асистент кафедри МВФ і ДТОГ

РОЗВИТОК ТА ФОРМУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ УМІНЬ УЧНІВ НА ОСНОВІ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ

У статті досліджено розвиток та формування в учнів експериментальних умінь за умов реалізації міжпредметних зв'язків на сучасному етапі реформування освітньої галузі.

Ключові слова: фізика, компетентність, діяльність.

На сучасному етапі реформування освітньої галузі основна увага приділяється її якісному поліпшенню та гуманізації, що передбачає утвердження людини як найвищої соціальної цінності, найповніше розкриття її здібностей, створення максимально сприятливих умов для розвитку особистості. Особистісне спрямування освіти зумовлює необхідність інтегровано оцінювати якість освіти в єдності індивідуальних характеристик особистості, педагогічних показників організації освітнього середовища і соціальних параметрів функціонування освітніх систем.

Досвід перекоонує [2; 3], що для усунення недоліків традиційних форм організації навчально-пізнавальної діяльності необхідно забезпечити чітку скоординованість, наступність і єдність вивчення всіх природничо-математичних дисциплін на особистісно орієнтованій основі, оскільки спільною рисою у змісті цих дисциплін є націленість їх на формування узагальнених способів діяльності. За таких умов особливої ваги набуває проблема реалізації можливостей міжпредметних зв'язків для формування експериментальної компетентності школярів. Міжпредметні зв'язки складають необхідну умову організації навчально-пізнавального процесу як цілеспрямованої системи. Вони виступають як засіб комплексного підходу до навчання. У навчальній діяльності учнів реалізація міжпредметних зв'язків є дидактичною умовою її реалізації, систематизації знань, формування самостійного мислення і пізнавального інтересу.

У педагогіці ідея використання міжпредметних зв'язків виникла в ході пошуку шляхів відображення цілісності природи в змісті навчального матеріалу. Так, навчальний процес є відображенням об'єктивно існуючих зв'язків між явищами і процесами, що вивчаються на уроках з різних предметів, і зв'язків, які встановлені між галузями наук. Вказівки про доцільність використання міжпредметних зв'язків знаходимо вже в працях прогресивних педагогів ранніх епох (І.Г.Песталотці, Я.А.Коменського, Д.Локка, К.Д.Ушинського та і ін.). «Усе, що знаходиться у взаємозв'язку, повинно викладатись у такому ж зв'язку», – писав Я.А.Коменський, оскільки вважав, що без цього неможливе пізнання причинно-наслідкових зв'язків, відношень явищ і предметів об'єктивного світу.

Педагоги підходили до проблеми міжпредметних зв'язків з різних точок зору, але для кожного з них було суттєвим прагненням забезпечити систему знань учнів про світ. Ідея узагальненого пізнання як «методика знаходження істини» повинна бути зіставлена, на думку Д.Локка, з певним змістом навчання, в якому один предмет повинен наповнюватися елементами і фактами іншого, а загальне навчання зіставляється з прикладним [1].

У книзі «Людина як предмет виховання» [2] К.Д.Ушинський дає психолого-педагогічне обґрунтування міжпредметних зв'язків, виходячи з різних асоціативних зв'язків, що відображають об'єктивні взаємозв'язки предметів і явищ. Перспективною є його думка про зв'язок між предметами на основі головної ідеї і загальних понять. У структурі кожної науки він виділяв, «окрім спеціальних понять, які належать кожній науці зокрема», поняття «загальні багатьом, а деякі і всім наукам належні» [2]. Ідеї К.Д.Ушинського вплинули на методичне впровадження теорії міжпредметних зв'язків, якою в подальшому займались Н.Ф.Бунаков, В.І.Водовозов, В.Я.Стоюнін і інші.

У подальшому проблема міжпредметних зв'язків отримала розвиток і принципово новий зміст. За Радянського Союзу педагоги розглядали розуміння загального зв'язку предметів і явищ об'єктивного світу, окремих фактів і процесів у їх взаємозв'язку. Міжпредметні зв'язки як дидактична категорія є багатовимірним системним об'єктом дослідження, що потребує вивчення складу, структури, функції, взаємовідношень з іншими системними об'єктами дидактики. Структура навчального предмету – основне джерело міжпредметних зв'язків, багатогранності їх видів у змісті процесу навчання. Міжпредметні зв'язки, в свою чергу, впливають на формування структури навчальних предметів, на виділення міжсистемних компонентів знань та узагальнених способів навчально-пізнавальної діяльності.

Наприкінці минулого століття серед педагогів і методистів відбулось широке обговорення питань, що визначають методологічні позиції проблеми міжпредметних зв'язків. Було досліджено зміст міжпредметних зв'язків дисциплін природничо-наукового циклу, зроблено спробу комплексного розв'язання такої проблеми. Дослідники провели теоретичне обґрунтування і висунули модель природничо-наукової освіти на основі лінійної структури введення в навчання предметів

Проведена дискусія виявила методичну неспроможність побудови структури природничо-наукового циклу на основі лише одного критерію міжпредметних зв'язків. В.Н.Федорова запропонувала трактувати міжпредметні зв'язки як дидактичну умову, що сприяє підвищенню науковості і доступності навчання, значному підсиленню пізнавальної діяльності школярів, підвищенню якості знань і, що дозволяє розвивати науково-матеріалістичні погляди і переконання учнів.

Після довготривалого вивчення науковцями різних аспектів міжпредметних зв'язків було вирішено проблему реалізації міжпредметних зв'язків розглядати як самостійний напрямок у педагогіці. Так, А.А.Пінський, С.Т.Тхамофорова, досліджуючи процес встановлення міжпредметних зв'язків, встановили, що їх сутність полягає не стільки у взаємному використанні одними предметами навчальної інформації інших, скільки у встановленні таких зв'язків між навчальними дисциплінами, які забезпечують формування в учнів загальних синтезованих знань.

У загальноосвітній школі питання реалізації можливостей міжпредметних зв'язків обумовлено певними об'єктивними причинами, однією з яких є необхідність ознайомлення учнів з науковими основами знань про природу і методами наукового пізнання, розвитку діалектичного мислення учнів і створення умов для широкого переносу знань у нові нестандартні ситуації.

Проблема вивчення можливостей міжпредметних зв'язків з метою використання їх в навчальному процесі продовжує привертати увагу дидактиків і методистів. Таким чином, значення міжпредметних зв'язків не може обмежитися лише категорією дидактичного засобу.

Педагоги-дослідники намагаються осмислити суть міжпредметних зв'язків і дати їм наукове обґрунтування. Так, наприклад, Н.С. Антонов розглядає міжпредметні зв'язки, «як специфічну конструкцію навчання», а П.Г.Кулагін визначає міжпредметні зв'язки «як специфічну конструкцію змісту освіти, і як один із дидактичних засобів інтегрування знань».

Н.А.Лошкарєва обґрунтовує тезу, що міжпредметні зв'язки є самостійним принципом навчання. Методист-дослідник стверджує, що вони, відображаючи в навчальному процесі зв'язки реальної дійсності, є закономірностями об'єктивного світу і в силу свого філософського і дидактичного значення визначають зміст, методи і форми навчання.

В.Н. Максимова та І.Д. Зверев розглянули міжпредметні зв'язки з загальнопедагогічних позицій, як один із засобів комплексного підходу до навчання і виховання. Автори дослідили проблему міжпредметних зв'язків з точки зору цілісності процесу навчання, розкриття внутрішніх зв'язків і залежностей відповідно до кожного рівня і вважають неможливим удосконалення змісту навчання без врахування міжпредметних зв'язків – одного з важливих критеріїв відбору і координації навчального матеріалу в програмах і підручниках з окремих навчальних предметів. Дослідники визначають міжпредметні зв'язки «як дидактичний еквівалент не лише міжнаукових зв'язків, але й зв'язку науки з іншими формами суспільної свідомості і видами людської діяльності».

Деякі дослідники [2] трактують міжпредметні зв'язки, як дидактичну умову. Таке розуміння базується на тому, що міжпредметні зв'язки розглядаються як атрибутивний компонент і прояв дидактичних принципів систематичності і послідовності навчання. У дослідженнях А.В. Усової,

яка аналізує проблему реалізації міжпредметних зв'язків у системі предметів природничо-математичного циклу, вказується на необхідність вдосконалення методики формування в учнів єдиного комплексу знань, які є загальними для цих предметів. Розглядаючи міжпредметні зв'язки як дидактичну умову, Н.М. Черкес-Заде підкреслює, що вони сприяють систематизації навчального процесу, підвищують міцність знань учнів, які стають не лише конкретними, але й узагальненими. У результаті чого учні мають можливість переносити знання у нові пізнавальні ситуації [3].

Можливість формування в учнів старших класів експериментальних умінь за умов здійснення міжпредметних зв'язків фізики з хімією розглянута в дослідженні А.А. Боброва. Послідовник Г.В. Усової детально аналізує навчальний матеріал суміжних дисциплін старших класів десятирічної школи. Дидактичні аспекти із здійснення міжпредметних зв'язків фізики з іншими природничо-математичними предметами в тій чи іншій мірі розглянуті в дослідженнях І.Д. Адишева, Є.С. Валович, Л.М. Герасимової, Л.І. Гоженко, Л.П. Данилевич та інших.

Причину багатогранного трактування поняття міжпредметних зв'язків вбачаємо в об'єктивно існуючому багатofункціональному характері. У предметній системі навчання можна виділити такі функції міжпредметних зв'язків: методологічну, формувальну, виховну, навчальну, розвивальну, конструктивну, системно-навчальну. Багатofункціональність міжпредметних зв'язків обґрунтовується неоднозначністю понятійного трактування [4].

Застосування міжпредметних зв'язків на основі методів наукового пізнання дозволяє сформувати в учнів систему цілісних поглядів на природу з позиції пізнавально-методологічного підходу. Ці ж методи вони будуть використовувати і в подальшому вивченні фізики, хімії, біології, астрономії. Такі ж підходи використовуються і в інших науках, як у природничих, так і у гуманітарних. Планування міжпредметних зв'язків – визначальна умова їх ефективного використання в ході формування експериментальних умінь школярів. Це дозволяє врахувати ключові вимоги навчальних програм, компенсувати прогалини підручників, сприяти розширенню та поглибленню знань учнів, активізувати їх навчально-пізнавальну діяльність.

Розпочинаючи вивчення курсу фізики в старшій школі, вчитель пам'ятає про те, що учні з більшістю приладів, обладнанням, експериментальним методом пізнання зустрічаються не вперше. Тому є необхідною систематизація знань, якими учні вже володіють.

На основі аналізу психолого-педагогічної та методичної літератури [5; 6;] робимо висновок, що встановлення зв'язків між навчальними дисциплінами є необхідною умовою формування в учнів експериментальної компетентності.

Список використаних джерел:

1. Аванесов В. С. Композиция тестовых заданий / В. С. Аванесов. – М. : Центр тестирования, 2002. – 239 с.
2. Адишев И. Г. Формирование практических умений приближенных вычислений в условиях взаимосвязи математики и физики : автореф. дис... канд. пед. наук : 13.00.02 / И. Г. Адишев. – М., 1989, – 18 с.
3. Атаманчук П. С. Дидактичні основи експериментальної підготовки майбутніх учителів фізики / П. С. Атаманчук, С. І. Дмитрук, В. В. Мендерецький // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Вип. 19 : Збірник наукових праць. – К. : видавництво НПУ імені М.П. Драгоманова. – 2009 р. – 310 с. – С. 3–7
4. Дмитрук С. І. Фізична складова в навчанні «Безпека життєдіяльності» / С. І. Дмитрук // 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, 2008. – Вип. 14 : Інновації в навчанні фізиці та дисциплін технологічної галузі: міжнародний та вітчизняний досвід. – 226 с. – С. 190–193.
5. Мендерецький В. В. Вимірювання електромагнітного забруднення навколишнього середовища / В. В. Мендерецький, С. І. Дмитрук // Наукові праці Кам'янець-Под. державного університету ім. Івана Огієнка. – вип. 9. В 5–х томах. – Кам'янець-Под. : КПДУ, інформ.-вид. від., 2010. – Т. 1. – С. 94–96.
6. Мендерецький В. В. Дослідження рН характеристик водних розчинів в курсі БЖД / В. В. Мендерецький, О.М. Ніколаєв, С. І. Дмитрук // Наукові записки. – Випуск 82. – Серія : Педагогічні науки. – Кіровоград : РВВ КДУ ім. В. Винниченка. – 2009. – Ч. 1. – 328 с. – С. 270–276.
7. Шатковська Г. І. Методологічні основи інтеграції навчання фізики і хімії у ВНЗ I-II рівнів акредитації / Г. І. Шатковська // 36. наук. пр. Кам'янець-Поділ. держ. ун-ту : Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Поділ. держ. ун-т, інформ.-вид. від., 2005. – Вип. 11. – С. 173–177.

This article explores the growth and development of students' skills for the experimental conditions for the implementation of interdisciplinary relations at the present stage of reforming education-industry.

Key words: *physics, kompetentnist activities.*

УДК 517.5

Ковальська І.Б., кандидат фізико-математичних наук, доцент

ОЦІНКИ НАБЛИЖЕНЬ $\overline{\Psi}$ -ІНТЕГРАЛІВ УЗАГАЛЬНЕНИМИ СУМАМИ ЗІГМУНДА В ІНТЕГРАЛЬНІЙ МЕТРИЦІ

Отримані точні порядкові оцінки для верхніх граней відхилень узагальнених сум Зігмунда від $\overline{\Psi}$ -інтегралів періодичних функцій в метриці L_p для випадку $1 < p < s < +\infty$.

Ключові слова: точні порядкові оцінки, узагальнені суми Зігмунда, $\overline{\Psi}$ -диференційованість.

Відомо, що будь-якій 2π -періодичній сумовній функції $f(x)$ можна однозначно поставити у відповідність її ряд Фур'є

$$S[f] = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos kx + b_k \sin kx), \text{ де}$$

$$a_k = a_k(f) = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(t) \cos ktdt, k = 0, 1, \dots, \quad b_k = b_k(f) = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(t) \sin ktdt.$$

Вибір сум Фур'є в ролі поліномів для наближення найчастіше є оптимальним або близьким до нього в просторах $L_p, p > 1$, відхилення

$$\rho_n(f, x) = f(x) - S_{n-1}(f, x)$$

за порядком співпадає з величиною $E_n(\rho)_p$ найкращого наближення функції $f(\cdot)$ за допомогою тригонометричних поліномів степеня $n-1$.

Розглянемо поліном виду

$$U_n^{\varphi, \sigma}(f, x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{n-1} \left(1 - \frac{\varphi(k)}{\varphi(n)} \mathfrak{S}\left(\frac{k}{n}\right) \right) (a_k \cos kx + b_k \sin kx), \quad \text{де}$$

$n \in \mathbb{N}, a_k, b_k$ – коефіцієнти Фур'є функції $f(x), \varphi \in F, \mathfrak{S} \in G$, (F – множина всіх неперервних, додатних і монотонно зростаючих до нескінченності функцій $\varphi(u), u \geq 1$, а G – множина всіх двічі диференційованих на $[0, 1]$ функцій $\mathfrak{S}(u)$, що мають обмежені похідні другого порядку $\mathfrak{S}''(u)$ і задовольняють умову $\mathfrak{S}(1) = 1, \mathfrak{S}(0) > 0$). Ці поліноми називаються узагальненими сумами Зігмунда.

Означимо класи $\overline{\Psi}$ -диференційованих функцій, згідно [5], наступним чином.

Якщо $\bar{\psi} = (\psi_1, \psi_2)$ – довільна пара чисел, $\psi_1(k)$ і $\psi_2(k), k = 0, 1, \dots, \psi_1(0) = 1, \psi_2(0)$ і якщо ряд

$$S[f] = \sum_{k=1}^{\infty} (\psi_1(k) A_k(f, x) + \psi_2(k) A_k(f, x)), \quad (1)$$

$$A_k(f, x) = a_k \cos kx + b_k \sin kx, A_k(f, x) = a_k \sin kx - b_k \cos kx$$

для даної функції $f(x)$ і пари $\bar{\psi} \in$ рядом Фур'є деякої функції $\Phi \in L$, то Φ називаємо інтегралом функції f , породженим парою ψ , або просто $\bar{\psi}$ -інтегралом функції f , будемо позначати $\Phi(\cdot) = T^{\bar{\psi}}(f, \cdot)$.

Множину $\bar{\psi}$ -інтегралів від функцій $f \in L$ позначимо $L^{\bar{\psi}}$. Якщо \mathfrak{R} – деяка підмножина з L , то $L^{\bar{\psi}}\mathfrak{R}$ – це множина $\bar{\psi}$ -інтегралів функцій $f \in \mathfrak{R}$.

Нехай $f \in L$, (1) – її ряд Фур'є і пара $\bar{\psi} = (\psi_1, \psi_2)$ задовільняє умову

$$\bar{\psi}^{-2}(k) = \psi_1^2(k) + \psi_2^2(k) \neq 0, \quad k \in N.$$

$$\text{Якщо ряд } \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\psi_1(k)}{\bar{\psi}} A_k(f; x) - \frac{\psi_2(k)}{\bar{\psi}} A_k(f; x)$$

є рядом Фур'є деякої функції $g \in L$, то g назвемо $\bar{\psi}$ -похідною функції f і будемо позначати $g(\cdot) = D^{\bar{\psi}}(f, \cdot) = f^{\bar{\psi}}(\cdot)$. Підмножину функцій $f \in L$, для яких існують $\bar{\psi}$ -похідні, позначимо через $L^{\bar{\psi}}$ і при цьому $f^{\bar{\psi}} \in \mathfrak{R}$, то покладемо $f \in L^{\bar{\psi}}\mathfrak{R}$.

Розглянемо величини відхилень відносно узагальнених сум Зігмунда [3]:

$$U_n^{\varphi, 3}(f, x) = \frac{a_0(f)}{2} + \sum_{k=1}^{n-1} \left(1 - \frac{\varphi(k)}{\varphi(n)} \ominus \left(\frac{k}{n} \right) \right) A_k(f, x)$$

порядку $n-1$ від функцій з класів $L^{\bar{\psi}}\mathfrak{R}$, коли \mathfrak{R} – деяка підмножина в просторі L_p :

$$\mathfrak{R} = S_p = \{h : \|h\|_p = 1\}$$

і верхні грані цих відхилень на класах $L^{\bar{\psi}}\mathfrak{R}$

$$E_n(L^{\bar{\psi}}\mathfrak{R})_3 = \sup_{f \in L^{\bar{\psi}}\mathfrak{R}} \|\delta_n(f, x)\|_3 = \sup_{f \in L^{\bar{\psi}}\mathfrak{R}} \|f(x) - U_n^{\varphi, 3}(f, x)\|_3.$$

При цьому покладемо $L^{\bar{\psi}} S_p = L^{\bar{\psi}}(1 < p < \infty)$. Отримаємо точні порядкові оцінки верхніх граней відхилень $\delta_n(f, x)$ у випадку, коли $f(\cdot) - \bar{\psi}$ - інтеграл деякої функції $g \in L$ і $1 < p < s < \infty$. Для $1 < s \leq p < \infty$ такі оцінки були втримані в [1].

Означимо функції $\mu_n(k)$ і $\mu_n^2(k)$ наступним чином:

$$\mu_n(k) = \begin{cases} \frac{\varphi(k)}{\varphi(n)} \cdot \frac{\psi_1(k)}{\psi^2(k)} \mathfrak{S}\left(\frac{k}{n}\right), & 1 \leq k < n, \\ \frac{\psi_1(k)}{\psi^2(k)}, & k \geq n, \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_n^2(k) = \begin{cases} \frac{\varphi(k)}{\varphi(n)} \cdot \frac{\psi_2(k)}{\bar{\psi}^2(k)} \mathfrak{S}\left(\frac{k}{n}\right), & 1 \leq k < n, \\ \frac{\psi_2(k)}{\bar{\psi}^2(k)}, & k \geq n, \end{cases}$$

Через p позначимо множину пар (ψ_1, ψ_2) , для яких справедливі співвідношення:

$$1) \quad \sup_k |\mu_k| \leq Av(n); \quad (3)$$

$$2) \quad \sup_{m \in \mathbb{N}} \sum_{k=2^m}^{2^{m+1}} |\mu_k(k+1) - \mu_k(k)| \leq Av(n); \quad (4)$$

де

$$v(n) = \max \left\{ \sup_{k < n} \left| \frac{1}{\varphi(n)} \right| \cdot \left| \varphi(k) \frac{\psi_1(k)}{\psi^2(k)} \mathfrak{S}\left(\frac{k}{n}\right) \right|; \right. \\ \left. \sup_{k < n} \left| \frac{1}{\varphi(n)} \right| \cdot \left| \varphi(k) \frac{\psi_2(k)}{\bar{\psi}^2(k)} \mathfrak{S}\left(\frac{k}{n}\right) \right|; \sup_{k < n} |\bar{\psi}(k)| \right\} < \infty, \quad A = const.$$

Ці ж співвідношення повинні виконуватись і для $\mu_n(k)$.

А функції $\mu_n^2(k)$ і $\mu_n^2(k)$ означимо так

$$\mu_n^2(k) = k^a \mu_n^2(k) = \begin{cases} k^a \frac{\varphi(k)}{\varphi(n)} \ominus \left(\frac{k}{n}\right) \frac{\psi_1(k)}{\psi^2(k)}, & 1 \leq k \leq n-1, \\ k^a \cdot \frac{\psi_1(k)}{\psi^2(k)}, & k \geq n, \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_n^2(k) = k^a \mu_n^2(k) = \begin{cases} k^a \frac{\varphi(k)}{\varphi(n)} \ominus \left(\frac{k}{n}\right) \frac{\psi_2(k)}{\psi^2(k)}, & 1 \leq k \leq n-1, \\ k^a \cdot \frac{\psi_2(k)}{\psi^2(k)}, & k \geq n, \end{cases}$$

де

$$\alpha = \frac{1}{p} - \frac{1}{s}, \quad \bar{\psi}^{-2}(k) = \psi_1^2(k) + \psi_2^2(k).$$

Скажемо, що пари $\bar{\psi} = (\psi_1, \psi_2) \in P^\alpha$, якщо для них справедливі співвідношення:

$$\begin{aligned} 1) \quad & \sup_{k \in N} |\mu_n^\alpha(k)| \leq A\gamma(n); \\ 2) \quad & \sup_{m \in N} \sum_{k=2^m}^{2^{m+1}} |\mu_n^\alpha(k+1) - \mu_k(k)| \leq A\gamma(n), \quad A = const, \end{aligned} \quad (6)$$

де $\gamma(n) = \max\{\alpha(n), \alpha(n)\} < \infty$,

$$\alpha(n) = \max \left\{ \frac{1}{\varphi(n)} \cdot \frac{\psi_1(1)}{\bar{\psi}^{-2}(1)}, \quad \frac{1}{\varphi(n)} \cdot \frac{\psi^2(1)}{\bar{\psi}^{-2}(1)}, \quad \sup_{k \geq n} \left| \frac{\psi_1(n)}{\bar{\psi}^{-2}(k)} \right| \right\},$$

$$\alpha(n) = \max \left\{ \frac{1}{\varphi(n)} \cdot \frac{\psi_1(1)}{\bar{\psi}^{-2}(1)}, \quad \frac{1}{\varphi(n)} \cdot \frac{\psi^2(1)}{\bar{\psi}^{-2}(1)}, \quad \sup_{k \geq n} \left| \frac{\psi_2(n)}{\bar{\psi}^{-2}(k)} \right| \right\}.$$

Для $\mu_n^\alpha(k)$ виконуються аналогічні співвідношення:

$$\begin{aligned} 1) \quad & \sup_{k \in N} |\mu_n^\alpha(k)| \leq A\gamma(n); \\ & \sup_{m \in N} \sum_{k=2^m}^{2^{m+1}} |\mu_n^\alpha(k+1) - \mu_k(k)| \leq A\gamma(n), \quad a = const. \end{aligned}$$

Величина $\gamma(n)$ така ж як і для $\mu_n^\alpha(k)$.

Позначимо $\frac{\psi_1(1)}{\bar{\psi}^{-2}(1)} = \varphi_i(k)$, $(i = \overline{1, 2})$. Через ψ_k позначимо таку мно-

жину пар $\bar{\psi} = (\psi_1, \psi_2)$, для яких $n \in N$ виконуються нерівності:

$$\max_{r \leq k \leq 2n} \left| \frac{\sup_{k \geq n} |\varphi_1(k)|}{\varphi_1(k)} \right| \leq K \leq \infty, \quad \max_{r \leq k \leq 2n} \left| \frac{\sup_{k \geq n} |\varphi_2(k)|}{\varphi_2(k)} \right| \leq K \leq \infty,$$

$$\sup_{m \in N} \sum_{k=2^m}^{2^{m+1}} |t(k+1) - t(k)| \leq K, \quad \sup_{m \in N} \sum_{k=2^m}^{2^{m+1}} |\tilde{t}(k+1) - \tilde{t}(k)| \leq K, \quad K = const.$$

$$t(k) = \begin{cases} 0; & 1 \leq k \leq n-1; \quad k \geq 2n, \\ n^{-\alpha} \gamma(n) \psi_1(k), & n \leq k \leq 2n. \end{cases}$$

$$\tilde{t}(k) = \begin{cases} 0; & 1 \leq k \leq n-1; \quad k \geq 2n, \\ n^{-\alpha} \gamma(n) \psi_2(k), & n \leq k \leq 2n. \end{cases}$$

В прийнятих позначеннях справедлива

Теорема: Нехай $1 < p < s < \infty$, $\alpha = \frac{1}{p} - \frac{1}{s}$, $\bar{\psi} \in p^\alpha \cap \Psi_k$. $\forall n \in N$:

$$C_{p,s}^{(1)} \gamma(n) \leq \varepsilon_n \left(L_p^{\bar{\psi}} \right)_s \leq C_{p,s}^{(2)} \gamma(n), \text{ де } C_{p,s}^{(1)}, C_{p,s}^{(2)} - \text{ сталі, що залежать ли-}$$

ше від p і s .

При доведенні будемо користуватися схемою міркувань О.І. Степанця, запропонованою в [5], яка ґрунтується на теоремі Г. Харді і Дж. Літгльвуда:

Теорема (Харді – Літгльвуда) [5]. Нехай $1 < p < s < \infty$, $\alpha = \frac{1}{p} - \frac{1}{s}$ і

$$D_n(t) = \sum_{k=1}^{\infty} k^{-\alpha} \cos kt. \text{ Тоді } \forall \varphi \in L_p \text{ згортка } \Phi_\alpha(x) = \int_{-\pi}^{\pi} \varphi(x+t) D_\alpha(t) dt$$

належить L_s , причому $\|\Phi_\alpha(x)\|_\alpha \leq C_{p,s} \|\varphi\|_p$, де $C_{p,s}$ – стала, що залежить від p і s .

Для доведення теореми оцінимо величину $\varepsilon_n \left(L_p^{\bar{\psi}} \right)_s$, зверху.

Лема. Якщо $\bar{\Psi} \in p^\alpha$, то мультиплікатори M_n^α і M_n^α , породжені послідовностями (2), належать до M_p $\forall p \in (1; \infty)$, причому

$$\|M_n^\alpha\|_p \leq C_{p,\alpha} \gamma(n), \|M_n^\alpha\|_p \leq C_{p,\alpha} \gamma(n).$$

Доведення: Оскільки мультиплікатори M_n^α і M_n^α породжені послідовностями (2), для яких виконуються співвідношення (3), (4), то за теоремою Марцінкевича [2] слідує що M_n^α і $M_n^\alpha \in M_p$ і

$$\|\delta_n(f;x)\|_s \leq C_{p,s}^{(1)} \gamma(n) \|\delta_n(F;x)\|_p \leq C_{p,s}^{(2)} \gamma(n) E_n(F)_p.$$

Оскільки $f \in \bar{L}_p^\psi$, і за означенням $F \in S_p = \left\{ \varphi : \|\varphi\|_p \leq 1 \right\}$, де $F = I^{\bar{\psi}}(f; \cdot)$, то $E_n(F)_p \leq \|F - U_n^{\varphi, \sigma}(F, x)\|_p \leq 1$,

тому

$$\|\delta_n(f; x)\|_s \leq \varepsilon_n(\bar{L}_p^\psi) \leq C_{p,s}^{(2)} \gamma(n).$$

Оцінимо дану величину знизу. Покажемо, що в класі \bar{L}_p^ψ знайдеться функція $f^*(\cdot)$, для якої $\varepsilon_n(f^*)_s \leq C_{p,s} \gamma(n)$.

Розглянемо функцію $f_n(t) = \frac{\gamma(n)}{n^\alpha} d_{2n}(t)$, $d_{2n}(t) = \sum_{s=n}^{2n} \cos st$, і знайдемо її $\bar{\psi}$ -інтеграл. Оскільки

$$\begin{aligned} a_k(f_n) &= \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{\gamma(n)}{n^\alpha} d_{2n}(t) \cos kt dt = \\ &= \frac{\gamma(n)}{n^\alpha} \frac{1}{\pi} \sum_{s=n}^{2n} \int_{-\pi}^{\pi} \cos st \cos kt dt = \begin{cases} 0, & s \neq k, \\ \frac{\gamma(n)}{n^\alpha}, & s = k, \end{cases} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_k(f_n) &= \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{\gamma(n)}{n^\alpha} d_{2n}(t) \sin kt dt = \\ &= \frac{\gamma(n)}{n^\alpha} \frac{1}{\pi} \sum_{s=n}^{2n} \int_{-\pi}^{\pi} \cos st \sin kt dt = 0, \end{aligned}$$

то

$$\begin{aligned} F = I^{\bar{\psi}}(f_n; x) &= \sum_{s=n}^{2n} (\psi_1(k) \cos kx + \psi_2(k) \sin kx) \frac{\gamma(n)}{n^\alpha} = \\ &= T_n d_{2n}(x) + T_n V d_{2n}(x), \end{aligned}$$

де T_n і T_n мультиплікатори, породжені послідовностями t_k і \tilde{t}_k , а V – оператор спряження. Використовуючи теорему Марцінкевича і Рісса [4] б отримаємо:

$$\|I^{\bar{\psi}}(f_n; x)\|_p = \|F\|_p = \|T_n + T_n V\|_p = \|d_{2n}(x)\|_p \leq C_p \|d_{2n}(x)\|_p.$$

Для оцінки $\|d_{2n}(x)\|_p$ використовуємо результат леми;

$$C_p^{(1)} \left(q - n^{\frac{p-1}{p}} \right) \leq \left\| \sum_{k=n}^q \cos kt \right\|_p \leq C_p^{(2)} \left(q - n^{\frac{p-1}{p}} \right),$$

де при $q = 2\pi$, будемо мати:

За нерівністю Лебега

$$E_n(f)_p \leq \|\delta_n(f; x)\|_s \leq C_p E_n(f)_p.$$

Отримаємо, що функція $f^*(t) = f_n(t) = C_p^{-1} \frac{\gamma(n)}{n^\alpha} n^{\frac{p-1}{p}} d_{2n}(x)$ задовільняє нерівність:

$$\begin{aligned} \varepsilon_n(f^*)_s &\geq E_n(f^*)_s \geq C_s \|\delta_n(f^*; x)\|_s = C_p C_p^{-1} \frac{\gamma(n)}{n^\alpha} n^{\frac{p-1}{p}} \|d_{2n}(x)\|_p \geq \\ &\geq C_{p,s} \frac{\gamma(n)}{n^\alpha} n^{1-\frac{1}{s}} n^{\frac{1}{p}-1} = C_{p,s} \gamma(n). \end{aligned}$$

Отже,

$$\varepsilon_n\left(L_p^{\bar{\psi}}\right) \geq C_{p,s}^{(1)} \gamma(n).$$

Таким чином виконується співвідношення:

$$C_{p,s}^{(1)} \gamma(n) \leq \varepsilon_n\left(L_p^{\bar{\psi}}\right)_s \leq C_{p,s}^{(2)} \gamma(n).$$

Список використаних джерел:

1. Ковальська І.Б. Наближення $\bar{\psi}$ - інтегралів періодичних функцій узагальненими сумами Зігмунда для випадку $1 < s \leq p < \infty$ в інтегральній матриці / І.Б.Ковальська // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2013 – Вип. 12. – Т.2. – С. 26-28.
2. Marcnskievich J. – Sur les multiplicateurs des series de Fourier / J. Marcnskievich // Studia Math, 1939. – Вип.8. – С. 78-91.
3. Новиков О.А. Приближение классов непрерывных периодических функций линейными методами / О.А. Новиков. – Л., 1991. – 38 с. – (Препр./АН УССР. Ин.т математики; 91.50)
4. Рисс М. (Riesz M.) Sur les fonctions conjuguées / M. Riesz // Math. 2-1927/-27. = P. 218-244.
5. Степанець А.И. Скорость сходимости рядов на классах сверток / А.И. Степанець. – К. : Институт математики НАН України, 1996. – С. 1-70. (Препринт 96.11).
6. Харди Г. Литтлвуд Дж. Some properties of fractional integrals / G. Hardy, J. Littlewood. / IMZ. – 1928. – 27. – P. 565-606.

The article determines bilateral ordinal estimates for the precise upper border of deviations in the L_p - metrics ($1 < p < s < \infty$) of the generalized Zygmund sums on classes 2π - periodic $\bar{\psi}$ - differentiable functions.

Key word: *generalized Zygmund sums ordinal estimates, $\bar{\psi}$ - differentiability.*

УДК 517.947

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

ГІПЕРБОЛІЧНІ КРАЙОВІ ЗАДАЧІ В КУСКОВО-ОДНОРІДНОМУ КЛИНОВИДНОМУ ЦИЛІНДРИЧНОМУ ШАРІ З ПОРОЖНИНОЮ

Методом інтегральних перетворень у поєднанні з методом головних розв'язків побудовано точні аналітичні розв'язки гіперболічних крайових задач 2-го порядку в кусково-однорідному клиновидному циліндричному шарі з порожниною.

Ключові слова: *гіперболічне рівняння, початкові та крайові умови, умови спряження, інтегральні перетворення, головні розв'язки.*

Вступ. Теорія крайових задач для диференціальних рівнянь з частинними похідними – важливий розділ сучасної теорії диференціальних рівнянь, який в теперішній час інтенсивно розвивається. Її актуальність обумовлена як значимістю її результатів для розвитку багатьох розділів математики, так і численними застосуваннями її досягнень при дослідженні різноманітних математичних моделей різних процесів і явищ фізики, механіки, хімії, біології, медицини, економіки та техніки.

Добре відомо, що складність досліджуваних крайових задач для диференціальних рівнянь з частинними похідними суттєво залежить від коефіцієнтів рівнянь (різні види виродженостей і особливостей) та геометрії області (гладкість її межі, наявність кутових точок, тощо), в якій розглядається задача. На цей час досить детально вивчено властивості розв'язків крайових задач для лінійних, квазілінійних та певних класів нелінійних рівнянь в однозв'язних областях (однорідних середовищах), які обумовлені згаданими вище властивостями коефіцієнтів рівнянь і геометрії області, та побудовано функціональні простори коректності задач для тих чи інших областей [1,2].

Водночас багато важливих прикладних задач теплофізики, термомеханіки, теорії пружності, теорії електричних кіл, теорії коливань приводять до крайових задач для диференціальних рівнянь з частинними похідними не тільки в однорідних середовищах, коли коефіцієнти рівняння є неперервними, але й в неоднорідних та кусково-однорідних середовищах, коли коефіцієнти рівняння є кусково-неперервними чи, зокрема, кусково-сталими [3,4].

Окрім методу відокремлення змінних [5] одним з важливих і ефективних методів вивчення крайових задач для диференціальних рівнянь з частинними похідними є метод інтегральних перетворень, який дає можливість будувати в аналітичному вигляді розв'язки тих чи інших лінійних крайових задач через їх інтегральне зображення.

Варто також зауважити, що для досить широкого класу задач (в кусково-однорідних середовищах) ефективним виявився метод гібридних інтегральних перетворень, які породжені 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 [6-9].

Гіперболічні крайові задачі в необмежених двоскладових, тришарових і напівобмежених кусково-однорідних клиновидних циліндричних областях розглянуто у працях [10-15].

У цій статті ми пропонуємо точні аналітичні розв'язки алгоритмічного характеру гіперболічних крайових задач 2-го порядку для кусково-однорідного клиновидного циліндричного шару з порожниною.

Постановка задачі. Розглядається задача побудови обмеженого на множині

$$D = \left\{ (t, r, \varphi, z) \mid t > 0; r \in (R_0; +\infty); R_0 > 0; \varphi \in (0; \varphi_0), \right. \\ \left. \varphi_0 < 2\pi; z \in I_n^+ = \bigcup_{j=1}^{n+1} I_j = \bigcup_{j=1}^{n+1} (l_{j-1}; l_j); l_0 \geq 0; l_{n+1} \equiv l < +\infty \right\}$$

розв'язку сепаратної системи диференціальних рівнянь гіперболічного типу 2-го порядку [5]

$$\frac{\partial^2 u_j}{\partial t^2} - \left[a_{rj}^2 \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \right) + a_{zj}^2 \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right] u_j + \gamma_j^2 u_j = f_j(t, r, \varphi, z); \quad (1) \\ z \in I_j; j = \overline{1, n+1}$$

з початковими умовами

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

крайовими умовами

$$\left(-\frac{\partial}{\partial r} + h \right) u_j \Big|_{r=R_0} = \omega_j(t, \varphi, z); \frac{\partial^k u_j}{\partial r^k} \Big|_{r=+\infty} = 0; z \in I_j; j = \overline{1, n+1}; k = \overline{0, 1}; \quad (3)$$

$$\left(\alpha_{11}^0 \frac{\partial}{\partial z} + \beta_{11}^0 \right) u_1 \Big|_{z=l_0} = g_0(t, r, \varphi), \left(\alpha_{22}^{n+1} \frac{\partial}{\partial z} + \beta_{22}^{n+1} \right) u_{n+1} \Big|_{z=l} = g_l(t, r, \varphi) \quad (4)$$

умовами спряження [6]

$$\left[\left(\alpha_{j1}^k \frac{\partial}{\partial z} + \beta_{j1}^k \right) u_k - \left(\alpha_{j2}^k \frac{\partial}{\partial z} + \beta_{j2}^k \right) u_{k+1} \right] \Big|_{z=l_k} = 0; j = \overline{1, 2}; k = \overline{1, n} \quad (5)$$

та одними з крайових умов та гранях клина

$$u_j \Big|_{\varphi=0} = g_{1j}(t, r, z), u_j \Big|_{\varphi=\varphi_0} = \omega_{1j}(t, r, z); z \in I_j; j = \overline{1, n+1}; \quad (6)$$

$$u_j \Big|_{\varphi=0} = g_{2j}(t, r, z), \frac{\partial u_j}{\partial \varphi} \Big|_{\varphi=\varphi_0} = -\omega_{2j}(t, r, z); z \in I_j; j = \overline{1, n+1}; \quad (7)$$

$$\frac{\partial u_j}{\partial \varphi} \Big|_{\varphi=0} = g_{3j}(t, r, z), u_j \Big|_{\varphi=\varphi_0} = \omega_{3j}(t, r, z); z \in I_j; j = \overline{1, n+1}; \quad (8)$$

$$\frac{\partial u_j}{\partial \varphi} \Big|_{\varphi=0} = g_{4j}(t, r, z), \frac{\partial u_j}{\partial \phi} \Big|_{\varphi=\varphi_0} = -\omega_{4j}(t, r, z); z \in I_j; j = \overline{1, n+1}, \quad (9)$$

де $a_{rj}, a_{zj}, \gamma_j, \alpha_{js}^k, \beta_{js}^k, h$ – деякі невід’ємні сталі;

$$c_{jk} = \alpha_{2j}^k \beta_{1j}^k - \alpha_{1j}^k \beta_{2j}^k \neq 0; c_{1k} c_{2k} > 0; |\alpha_{11}^0| + |\beta_{11}^0| \neq 0;$$

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

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

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

$$\omega(t, r, \varphi) = \{\omega_1(t, \varphi, z), \omega_2(t, \varphi, z), \dots, \omega_{n+1}(t, \varphi, z)\};$$

$$g_0(t, r, \varphi), g_s(t, r, \varphi), g_{sj}(t, r, z), \omega_{sj}(t, r, z); s = \overline{1, 4}; j = \overline{1, n+1} \quad - \text{ задані}$$

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’язки гіперболічних крайових задач (1)-(5), (6); (1)-(5), (7); (1)-(5), (8); (1)-(5), (9) існують і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень [16, 17, 6]. Іншими словами, розв’язки розглянутих задач шукаємо у класах двічі неперервно диференційованих за змінними (t, r, φ, z) функцій, для яких існують відповідні прями та обернені інтегральні перетворення за геометричними змінними (r, φ, z) .

Побудовані за відомою логічною схемою [7, 8] методом скінченного інтегрального перетворення Фур’є щодо кутової змінної φ [16], інтегрального перетворення Вебера щодо радіальної змінної r [17] та гібридного інтегрального перетворення Фур’є на декартовому сегменті $[l_0; l]$ з n точками спряження щодо змінної z [6], єдині обмежені розв’язки гіперболічних початково-крайових задач (1)-(5),(6); (1)-(5),(7); (1)-(5), (8); (1)-(5), (9) визначають функції

$$\begin{aligned} & u_{j,ik}(t, r, \varphi, z) = \\ & = \sum_{p=1}^{n+1} \int_{R_0}^{t+\varphi_0} \int_0^{l_p} \int_0^{l_p} E_{jp,ik}(t-\tau, r, \rho, \varphi, \alpha, z, \xi) f_p(\tau, \rho, \alpha, \xi) \sigma_\rho \rho d\xi d\alpha d\rho d\tau + \\ & + \frac{\partial}{\partial t} \sum_{p=1}^{n+1} \int_{R_0}^{t+\varphi_0} \int_0^{l_p} \int_0^{l_p} E_{jp,ik}(t, r, \rho, \varphi, \alpha, z, \xi) g_p^1(\rho, \alpha, \xi) \sigma_\rho \rho d\xi d\alpha d\rho + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \sum_{p=1}^{n+1} \int_{R_0}^{+\infty} \int_0^{\varphi_0} \int_{l_{p-1}}^{l_p} E_{jp,ik}(t, r, \rho, \varphi, \alpha, z, \xi) g_p^2(\rho, \alpha, \xi) \sigma_p \rho d\xi d\alpha d\rho + \quad (10) \\
 & + a_{ij}^2 \sum_{p=10}^{n+1} \int_{R_0}^{t+\infty} \int_{l_{p-1}}^{l_p} Q_{jp,ik}(t, \tau, r, \rho, \varphi, z, \xi) \sigma_p \rho^{-1} d\xi d\rho d\tau + \\
 & + \int_{R_0}^t \int_0^{\varphi_0} \int_0^{\varphi_0} \left[W_{j,ik}^1(t - \tau, r, \rho, \varphi, \alpha, z) g_0(\tau, \rho, \alpha) + W_{j,ik}^2(t - \tau, r, \rho, \varphi, \alpha, z) g_l(\tau, \rho, \alpha) \right] \times \\
 & \times \rho d\alpha d\rho d\tau + a_{ij}^2 \sum_{p=10}^{n+1} \int_0^{\varphi_0} \int_{l_{p-1}}^{l_p} W_{jp,ik}(t - \tau, r, \rho, \varphi, \alpha, z, \xi) \omega_p(\tau, \alpha, \xi) \sigma_p d\xi d\alpha d\tau; \\
 & \qquad \qquad \qquad j = \overline{1, n+1}; i, k = 1, 2.
 \end{aligned}$$

У формулах (10) беруть участь головні розв'язки: компоненти

$$E_{jp,ik}(t, r, \rho, \alpha, z, \xi) = \sum_{m=0}^{\infty} \varepsilon_m^{ik} E_{jp,m,ik}(t, r, \rho, z, \xi) U_{m,ik}(\varphi) U_{m,ik}(\alpha)$$

матриці впливу (функції впливу), компоненти

$$Q_{jp,ik}(t, \tau, r, \rho, \varphi, z, \xi) = \sum_{m=0}^{\infty} \varepsilon_m^{ik} E_{jp,m,ik}(t - \tau, r, \rho, z, \xi) U_{m,ik}(\varphi) \Phi_{m,ik}(u_j)$$

тангенціальної матриці Гріна (тангенціальні функції), компоненти

$$W_{j,ik}^1(t, r, \rho, \varphi, \alpha, z) = -\sigma_1 a_{z1}^2 (\alpha_{11}^0)^{-1} E_{j,1,ik}(t, r, \rho, \varphi, \alpha, z, l_0)$$

нижньої аплікатної матриці Гріна (функції Гріна), компоненти

$$W_{j,ik}^2(t, r, \rho, \varphi, \alpha, z) = -\sigma_{n+1} a_{z,n+1}^2 (\alpha_{22}^{n+1})^{-1} E_{j,n+1,ik}(t, r, \rho, \varphi, \alpha, z, l)$$

верхньої аплікатної матриці Гріна (функції Гріна) та компоненти

$$W_{jp,ik}(t, r, \varphi, \alpha, z, \xi) = R_0 E_{jp,ik}(t, r, R_0, \varphi, \alpha, z, \xi)$$

радіальної матриці Гріна (функції Гріна) відповідних гіперболічних крайових задач, де

$$\begin{aligned}
 E_{jp,m,ik}(t, r, \rho, z, \xi) &= \frac{2}{\varphi_0} \sum_{s=1}^{\infty} \int_0^{+\infty} \frac{\sin(\Delta(\lambda, \lambda_s) t)}{\Delta(\lambda, \lambda_s)} \frac{f_{v,0}(r, \lambda) f_{v,0}(\rho, \lambda) \lambda d\lambda}{A_{v,0}^2(\lambda) + B_{v,0}^2(\lambda)} \times \\
 & \times \frac{V_j(z, \lambda_s) V_p(\xi, \lambda_s)}{\|V(z, \lambda_s)\|^2}; \nu = \overline{\beta_{m,ik}}; j, p = \overline{1, n+1}; i, k = 1, 2; \Delta^2(\lambda, \lambda_s) = \lambda_s^2 + a_{r1}^2 \lambda^2 + \gamma_1^2.
 \end{aligned}$$

З використанням властивостей функцій впливу $E_{jp,ik}(t, r, \rho, \varphi, \alpha, z, \xi)$, тангенціальних функцій $Q_{jp,ik}(t, \tau, r, \rho, \varphi, z, \xi)$ і функцій Гріна $W_{j,ik}^1(t, r, \rho, \varphi, \alpha, z)$, $W_{j,ik}^2(t, r, \rho, \varphi, \alpha, z)$, $W_{jp,ik}(t, r, \varphi, \alpha, z, \xi)$ безпосередньо перевіряється, що функції $u_{j,ik}(t, r, \varphi, z)$, визначені формулами (10), задо-

вольняють рівняння (1), початкові умови (2), крайові умови (3), (4), умови спряження (5) та одну з крайових умов (6)-(9) при відповідних значеннях ik (11, 12, 21, 22) в сенсі теорії узагальнених функцій [18].

Єдиність розв'язків (10) впливає із їх структури (інтегрального зображення) та єдиності головних розв'язків задачі (функцій впливу, тангенціальних функцій та функцій Гріна).

Методами з [19] можна довести, що при відповідних обмеженнях на вихідні дані розглянутих гіперболічних крайових задач, узагальнені розв'язки (10) будуть також їх обмеженими класичними розв'язками.

Зауваження 1. У випадку $a_{rj} = a_{-j} \equiv a_j > 0$ формули (10) визначають структури розв'язків розглянутих гіперболічних крайових задач в ізотропному кусково-однорідному клиновидному циліндричному шарі з порожниною.

Зауваження 2. Параметри $\alpha_{11}^0, \beta_{11}^0, \alpha_{22}^{n+1}, \beta_{22}^{n+1}$ дають можливість виділяти із формул (10) розв'язки крайових задач у випадках задання на поверхнях $z = l_0, z = l$ крайових умов 1-го, 2-го й 3-го роду та їх можливих комбінацій.

Зауваження 3. Параметр h дозволяє виділяти із формул (10) розв'язки крайових задач у випадках задання на радіальній поверхні $r = R_0$ крайової умови 1-го роду ($h \rightarrow \infty$) та 2-го роду ($h \rightarrow 0$).

Висновки. Методом інтегральних та гібридних інтегральних перетворень у поєднанні з методом головних розв'язків (функцій впливу і функцій Гріна) побудовано точні аналітичні розв'язки гіперболічних крайових задач 2-го порядку в кусково-однорідному клиновидному циліндричному шарі з порожниною.

Одержані розв'язки носять алгоритмічний характер, неперервно залежать від параметрів і даних задачі й можуть бути використані як в теоретичних дослідженнях, так і в практиці інженерних розрахунків реальних еволюційних процесів, які моделюються гіперболічними крайовими задачами (задачі акустики, гідродинаміки, теорії коливань механічних систем).

Список використаних джерел:

1. Адамар Ж. Задача Коши для линейных уравнений с частными производными гиперболического типа / Ж.Адамар. – М.: Наука, 1978. – 352 с.
2. Матійчук М.І. Параболічні та еліптичні крайові задачі з особливостями / М.І. Матійчук. – Чернівці: Прут, 2003. – 248 с.
3. Сергиенко И.В. Математическое моделирование и исследование процессов в неоднородных средах / И.В. Сергиенко, В.В.Скопецкий, В.С. Дейнека. – К.: Наук. думка, 1991. – 432 с.

4. Дейнека В.С. Модели и методы решения задач с условиями сопряжения / В.С. Дейнека, И.В. Сергиенко, В.В. Скопецкий. – К.: Наук. думка, 1998. – 614 с.

5. Тихонов А.Н. Уравнения математической физики / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. – М.: Наука, 1972. – 735 с.

6. Ленюк М.П. Температурні поля в плоских кусково-однорідних ортотропних областях / М.П. Ленюк. – К.: Інститут математики НАН України, 1997. – 188 с.

7. Конет І.М. Температурні поля в кусково-однорідних циліндричних областях / І.М. Конет, М.П. Ленюк. – Чернівці: Прут, 2004. – 274 с.

8. Конет І.М. Інтегральні перетворення та диференціальні рівняння з узагальненим оператором Лежандра / І.М.Конет. – Кам'янець-Подільський: Видавництво Абетка-Світ, 2007. – 136 с.

9. Громик А.П. Температурні поля в кусково-однорідних просторових середовищах / А.П. Громик, І.М. Конет, М.П. Ленюк. – Кам'янець-Подільський: Видавництво Абетка-Світ, 2011. – 200 с.

10. Конет І.М. Гіперболічні крайові задачі в необмежених двоскладових клиновидних циліндричних областях / І.М. Конет // Крайові задачі для диференціальних рівнянь: зб. наук. пр. – Чернівці: Прут, 2011. – Вип. 20. – С. 58-80.

11. Конет І.М. Гіперболічні крайові задачі в в необмежених тришарових клиновидних циліндричних областях / І.М. Конет, М.П. Ленюк // Гіперболічні крайові задачі в необмежених тришарових областях. – Львів, 2011. – 48 с. – (Препр. / НАН України, Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача; 01.11). – Чернівці: Прут, 2011. – С. 18-27.

12. Громик А.П. Гіперболічні крайові задачі в кусково-однорідному клиновидному циліндричному півпросторі / А.П. Громик, І.М. Конет // Наук. пр. Кам'янець-Поділ. нац. ун-ту ім. І. Огієнка: зб. за підсум. звіт. наук. конф. викл. докторантів і асп. – Вип. 12, у 3 т. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка, 2013. – Т. 2.– С. 15-17.

13. Громик А.П. Гіперболічні крайові задачі в кусково-однорідному клиновидному циліндричному півпросторі з порожниною / А.П. Громик, І.М. Конет // Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки. – Вип. 6. Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2013. – С. 29-35.

14. Громик А.П. Моделювання коливних процесів у напівобмеженому кусково-однорідному клиновидному суцільному циліндрі / А.П.Громик, І.М. Конет // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки: зб. наук. пр./ Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський нац. ун-т імені Івана Огієнка, 2013. – Вип. 8. – С 44-50.

15. Громик А.П. Моделювання коливних процесів у напівобмеженому кусково-однорідному клиновидному порожнистому циліндрі / А.П.Громик, І.М.Конет// Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки: зб. наук. пр./ Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський нац. ун-т імені Івана Огієнка, 2013. – Вип. 9. – С. 45-51.

16. Грантер К. Дж. Интегральные преобразования в математической физике/К. Дж. Грантер. – М.: Гостехтеориздат, 1956. – 204 с.

17. Ленюк М.П. Интегральные преобразования с разделенными переменными (Вебера, Фурье-Бесселя, Лежандра-Фурье) / М.П.Ленюк. – К., 1983. – 56с. – (Препр. / АН УССР. Институт математики; 83.18).

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

19. Гельфанд И.М. Некоторые вопросы теории дифференциальных уравнений / И.М. Гельфанд, Г.Е. Шилов. – М.: Физматгиз, 1958. – 247 с.

The method of integral transformation in combination with the method of main solutions built exact analytical solutions of hyperbolic boundary value problems 2-nd order in piecewise homogeneous cylindrical layer with cavity.

Key words: *hyperbolic equations, initial and boundary conditions, conditions of conjugate, integral transformation, main solutions.*

УДК 621.315.592

Криськов Ц.А., кандидат фізико-математичних наук,
професор кафедри фізики
Рачковський О.М., старший викладач кафедри фізики
Оптасюк С.В., кандидат фізико-математичних наук, доцент

ТЕХНОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ ВІТОК ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ

Розглянуті основні технологічні операції створення термоелементів перетворювачів енергії на основі телуриду германію.

Ключові слова: термоелектрика, телурид свинцю, термоелементи.

Постановка проблеми. Щорічне світове споживання енергії еквівалентно 13 ТВт (TW). До кінця цього століття, прогнозована чисельність населення та економічне зростання підвищаться більше ніж у три рази, що призведе до відповідного збільшення світового споживання енергії [1,10]. Все це, а також загроза глобальної зміни клімату, ставлять нові виклики, які визнають енергетику як пріоритетну основу сьогодення: пошук нових, екологічно чистих та поновлюваних перспективних джерел енергії.

Європейська Комісія наголошує, що енергетична безпека “визначає задоволення енергетичних потреб як за рахунок використання адекватних внутрішніх ресурсів, які розробляються економічно обґрунтованим чином чи таких, що підтримуються в якості стратегічного резерву, так і за рахунок необхідності можуть бути доповнені стратегічними резервами” [2].

Енергетична безпека – це розвиток нетрадиційних, зокрема, відновлюваних джерел енергії. Тому, вирішення проблеми енергетичної безпеки через підвищення значення альтернативної енергії є ключовим питанням як науки, так і економіки. Крім того, якщо ще до початку 2000 р. основною вимогою було збільшення виробництва електроенергії, то в останні 2-3 роки на передній план виходять додаткові умови: енергія повинна вироблятися екологічно чистим шляхом, має бути відновлювана та не пов'язана з вуглецем. Відповідно, зусилля багатьох вчених спрямовані на розвиток «зеленої» енергетики, в якій особливо гостро відчувають потребу в Європі та США [3].

Аналіз останніх досліджень. Термоелектрична генерація є одним із перспективних, а в деяких випадках єдиною доступним джерелом перетворення теплової енергії в електричну. Генератори, створені на основі термоелектричного ефекту, використовують не лише для перетворення сонячного тепла в електрику, але й тепла, яке виділяється від багатьох інших джерел, як наприклад, автомобільних відпрацьованих газів, термальних вод, промислових процесів агрегатів, навіть людського тіла чи

окремих його органів. З іншого боку, термоелектричні модулі можуть бути використані для систем охолодження, в тому числі,

холодильників. Враховуючи вкрай високу надійність термоелектричних пристроїв (твердотільні пристрої без рухомих частин), вони мають широке застосування в якості охолоджувачів інфрачервоних датчиків, комп'ютерних процесорів, тощо.

За останні десятиліття в різних промислово розвинених країнах були розроблені, випробувані і поставлені на серійне виробництво термоелектричні генератори (ТЕГ) потужністю від декількох мікروات до десятків кіловат. Більшість ТЕГ призначені для так званої «малої енергетики». Вони володіють такими унікальними якостями, як повна автономність, висока надійність, простота експлуатації, безшумність та довговічність. ТЕГ використовуються для енергопостачання об'єктів, віддалених від ліній електропередачі, а також при цілому ряді умов, коли вони є єдиною можливим джерелом електричної енергії [4].

ТЕГ можна застосовувати при різних перепадах температур, хоча часто вважають, генератор буде економічно ефективним, якщо різниця температур буде не нижчою за 50 градусів. Але для важкодоступних місць цей критерій є далеко не визначальним. Зовсім недавно практичне застосування отримали пристрої, які утилізують енергію теплових потоків при перепаді температур менше 10°C. Використання ж невисоких різниць температур стає актуальним, якщо врахувати, що до 90% теплової енергії виділяється на промислових об'єктах та устаткуванні при температурі поверхонь до 300°C [5].

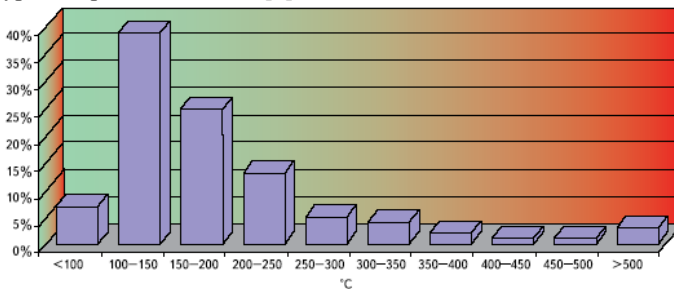


Рис. 1. Розподіл температур на поверхні промислових агрегатів [3].

Таким чином, для вироблення достатньої кількості електричної енергії потрібна значна різниця температур (великий ΔT). Необхідну температуру гарячої сторони термоелемента може забезпечити використання інфрачервоної області сонячного спектра. Це важливе по тій причині, що інфрачервоне випромінювання може виробляти тепло у звичайному напівпровіднику на основі сонячних фотоелементів.

До середини ХХ століття термоелектрика дуже повільно розвивалася, однак, використання напівпровідникових матеріалів спричинило широке практичне застосування таких генераторів. Недоліком цих пристроїв ще

й на сьогодні є їх низька ефективність – від 3 до 8 %, що обмежує більш широке практичне застосування. Якщо вдасться суттєво покращити термоелектричну ефективність, тоді пристрої, які базуються на термоелектричному ефекті, зможуть стати важливою частиною вирішення енергетичної проблеми сьогодення. Слід зазначити, що існують області, де термоелектрика є необхідною та незамінною. Такі перетворювачі використовуються як джерела електрики на космічних апаратах, застосовуються в портативних холодильних агрегатах у побуті, в електронному, медичному й науковому устаткуванні, зокрема для охолодження інфрачервоних приймачів і оптоелектронних обладнань, для отримання корисної енергії за рахунок відпрацьованих газів в автомобілях. Однак для нових та економічно вигідних промислових застосувань термоелектричних перетворювачів енергії необхідно істотне підвищення їх ефективності.

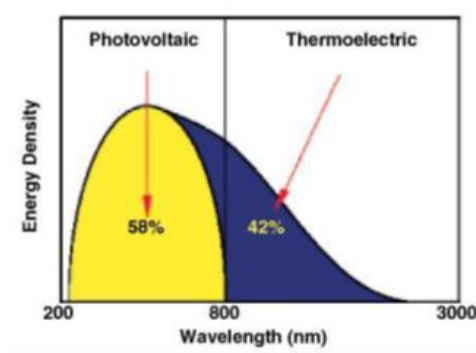


Рис. 2. Енергія сонячного випромінювання при 6000°C для абсолютно чорної батареї із розділенням частин енергії в ультрафіолетовій та інфрачервоній областях спектру [5].

Таблиця 1 Співвідношення між фотоелектричною та термоелектричною частинами сонячного тепла.

Принцип перетворення	Довжина хвилі	Спектр	%
Фотоелектричне перетворення	~200-800 нм	Ультрафіолетове та видиме світло	58
Термоелектричне перетворення	~800-3000 нм	Інфрачервоний діапазон	42

Узагальнений перелік практичного використання термоелектричних перетворювачів такий:

- використання відпрацьованого тепла двигунів (автомобільних, корабельних тощо);
- автономні джерела електроенергії для забезпечення роботи котельень, установок з переробки відходів;

- джерела живлення для катодного захисту нафто- і газопроводів;
- перетворення тепла природних джерел (наприклад, геотермальних вод) в електричну енергію;
- живлення пристроїв телеметрії та автоматики на об'єктах, віддалених від ліній електропередач;
- вимірювання теплових потоків;
- автономне живлення малопотужних пристроїв (бездротові датчики) за рахунок накопичуваної енергії, яка збирається за наявності мінімальних перепадів температур (менше 10°С);
- отримання електричної енергії на сонячних концентраторах за рахунок різниці температур гарячого і охолодженого теплоносія в контурі.

Завданням роботи є відпрацювання оптимальної технології виготовлення віток термоелементів, який включає синтез сполуки, виготовлення віток методом холодного пресування, створення електричних контактів, монтування термоелемента та визначення його коефіцієнта термоерс.

Технологія виготовлення віток термоелементів.

Вітки телуриду свинцю електронної і діркової провідності для термоелектричних перетворювачів енергії повинні мати однакові розміри. Найпростіше це можна зробити методом пресування подрібнених до порошкоподібного стану матеріалів. Тому технологія включає такі операції:

- підготовка технологічних процесів синтезу сполуки (виготовлення, очищення і сушіння ампул, завантаження в них чистих речовин, вакуумування і герметизацію); виготовлення і перевірка якості термопар, градуювання електропечей;
- синтез напівпровідникової сполуки;
- подрібнення сполуки до стану порошоків з розміром зерен (0,4...0,8)мм;
- холодне пресування віток термоелементів;
- визначення їх термоелектричних параметрів;
- електрохімічне осадження металів для формування електричних контактів;
- монтування термоелемента та оцінка його термоелектричних параметрів.

Розглянемо кожен з процесів детальніше.

Підготовка та проведення процесу синтезу.

Синтез телуриду свинцю можна реалізувати кількома способами – сплавленням компонентів, їх взаємодією у паровій фазі або ж методом зонного плавлення. Серед цих способів найкращі результати дає метод сплавлення.

Процеси синтезу проводили у кварцових контейнерах (ампулах). Ампули виготовляли з трубок плавленого кварцового скла марки С5-1 опти-

чної якості. Їх ретельно промивали не менше трьох разів гарячою (біля 75 °С) водою, а потім не менше п'яти разів дистильованою водою. Очищені ампули сушили впродовж двох діб у термостаті при температурі (120 ... 150 °С).

В очищені ампули завантажували компоненти (свинець і телур), взяті у стехіометричному співвідношенні загальною масою до 15 г. Для отримання сполук з різним типом провідності створювали відхилення від стехіометрії – для матеріалів діркового типу брали надлишок свинцю до 5%, а для матеріалів електронного типу – надлишок телуру до 6%. Речовини зважували на аналітичних терезах ВЛР-200 другого класу точності. Чистота матеріалів була В3 для свинцю і В4 для телуру. Після цього на вільному краї ампули робили звуження (капіляр) і під'єднували її до вакуумного насоса. При форвакуумному відкачуванні ампули прогрівали для додаткового видалення зі стінок кварцу парів води. У режимі високовакуумного відкачування (залишковий тиск до $3 \cdot 10^{-5}$ Па) ампули запаювали.

Підготовлені таким чином ампули з речовиною поміщали у двозонні електропечі, де знаходились термопари для контролю температури. Електропечі живились струмом промислової частоти з використанням високочоточних регуляторів температури ВРТ-3. Оскільки системи ВРТ-3 розраховані на роботу з термопарами «платина-платинородій», а для вимірювання температури ми використовували термопари «хромель-алюмель», то надлишковий сигнал термопар зменшувався за допомогою подільника.

Електропіч нагрівали до температури, при якій починається синтез телуриду свинцю. Така температура складає (970 ... 990) °С. При цій температурі технологічний пристрій витримували впродовж чотирьох діб, а потім охолоджували з швидкістю, не більшою 10 °С/год. для покращення однорідності сполук використовували електропіч, яка могла коливатись [6]. У процесі синтезу піч здійснювала не менше 60 коливань. Зразок синтезованого телуриду свинцю показано на рис. 3.



Рис. 3. Синтезована сполука телуриду свинцю

У результаті такого процесу в ампулі отримували однорідно синтезовану сполуку. Її однорідність контролювали тим, що вирізали зразки з різних частин і вимірювали коефіцієнт термоерс. Відхилення числового значення цього коефіцієнта не перевищувало 5%, що цілком достатньо для наших робіт.

Виготовлення віток термоелементів

У реальних розробках термоелектричних пристроїв зразки готують таким чином. Синтезований матеріал подрі

бнюють у агатових чи фарфорових ступках до порошкоподібного стану. Намагаються досягти зерен розмірами (0,4 ... 0,8) мм. Далі зважують окремі порції і завантажують у форму для пресування, показану на рис. 4.



Рис. 4. Прес-форма для виготовлення зразків

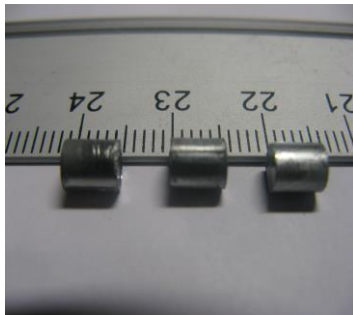


Рис. 5. Пресовані зразки телуриду свинцю

Пресування зразків проводять за допомогою пресів. Преси створюють механічне навантаження до $2,5 \cdot 10^9$ Па. У такому навантаженому стані зразок витримують не менше 5 хв. За цей час досягається достатнє механічне злипання мікрочастин і релаксація деформацій та механічних напруг. Використано гідравлічний прес, розрахований на навантаження до 12 тонн. В результаті пресування отримували зразки циліндричної форми діаметром 5 мм і висотою від 15 до 20 мм, показані на рис. 5. Густина пресованих зразків складала (0,83...0,85) густини синтезованої сполуки.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Для дослідження параметрів термоелектричних матеріалів використовують різні методи [7], які відрізняються між собою лише способами створення і стабілізації теплових потоків. Суть дослідження зводиться до того, що на краях зразка створюються різні за величиною температури і вимірюється величина термоерс. Як правило, верхня частина зразка підтримується при вищій температурі і тепловий потік спрямований донизу вздовж зразка. Це зменшує вплив конвекційних потоків.

Опис пристрою і методу вимірювання

Пристрій, схема якого показана на рис. 6, складається з двох однакових нагрівачів, кожен з яких створює нагрівання краю зразка до певної температури. Електроживлення нагрівачів постійним струмом проводили з використанням блоків живлення В-24, на панелі яких вмонтовані амперметр і вольтметр, що давало змогу визначати потужність нагрівачів.

Нагрівачі виготовлені з високоомного ніхромового провідника діаметром 0,76 мм, намотаного на кварцовий циліндр. Поверхня нагрівача покрита шаром вогнетривкої глини для фіксації витків обмотки та її захисту від окислення. Між обмоткою нагрівача і його корпусом поміщено шар теплоізолятора (теплоізолюючий фетр) товщиною до 2 см. В середині кварцового циліндра розміщений металевий стержень, який і створював тепловий потік.

Температури країв зразка вимірюються за допомогою диференційних термопар «хромель-алюмель» [8] (на рис. 6 показано лише схематичне зображення термопар). Спай термопар не повинен дотикатись до зразка, щоб це не впливало на точність вимірювання температури. Проте, він повинен бути розташований достатньо близько і вимірювати температуру якомога точніше. За допомогою мілівольметра В7-21 вимірювали ерс термопар і переводили їх у числові значення температури, користуючись стандартною градуальною таблицею [8]. Для зменшення розсіяння тепла крізь бічні частини зразка, останній поміщувався у теплоізолюваний циліндр (на мал. не показано).

Процес вимірювання проводили у такій послідовності. Нижній і верхній краї зразка нагрівали до температури 50 °С. У такому режимі пристрій працював не менше 1 години для стабілізації теплових потоків. Потім поступово верхній край нагрівали до вищих температур і з кроком (1 ... 5) °С вимірювали значення термоерс за допомогою мілівольметра. Температуру нижнього краю зразка залишали незмінною. Числові значення різниці температур країв зразка і термоерс заносили у таблицю, а потім будували графічні залежності $U=f(\Delta T)$. З цих графіків і визначали значення коефіцієнта термоерс і різних частинах і обчислювали його середнє значення.

Процес вимірювання вимагає значних затрат часу. Стабілізація температури на краю зразка досягається за (15 ... 20) хв після зміни струму через обмотку нагрівача. Після цього варто компесувати зміну температури нижнього краю зразка, для чого потрібен майже такий самий час. Для підвищення достовірності результатів вимірювань дослідження проводили у режимі нагрівання, а потім у режимі охолодження. З отриманих результатів знаходили середні значення величин, за якими й будували графічні залежності. Кожен зразок досліджувався не менше 5 разів і лише при співпаданні результатів з точністю до 5% такі вимірювання вважались достовірними.

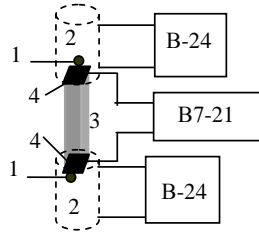


Рис. 6. Блок-схема пристрою для дослідження термоелектричних параметрів: 1-термопар, 2-нагрівачі, 3-зразок, 4-притисні контакти

Виготовлення термоелемента та його термоефективність

Для створення термоелектричного перетворювача енергії необхідно мати матеріали електронної та діркової провідності. Тип провідності синтезованих сполук визначали за знаком термо-е.р.с. при створенні різниці температур на краях зразків. Якщо верхній край зразка має вищу температуру, ніж нижній, то основні носії заряду

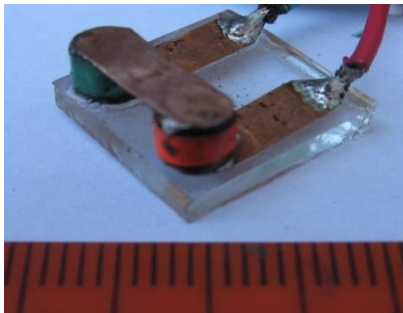


Рис.7. Загальний вигляд термоелемента

під впливом різниці температур будуть переміщуватись у зразку від поверхні з вищою температурою до поверхні з нижчою температурою. При цьому у зразках електронної провідності верхній край буде мати додатний потенціал, а нижній – від'ємний. Для зразків діркової провідності ситуація буде зворотною.

Для виготовлення елемента потрібно створити надійні електричні контакти на поверхні пресованих зразків. Для цього на торцеві поверхні зразків електронної провідності методом електрохімічного осадження формували тонкий шар міді з водного розчину мідного купоросу, а на зразки діркової провідності – шар нікелю з розчину сірчанокислого нікелю. Тривалість осадження складала по 50 хв. Такі метали давали змогу надалі припаювати провідники. Термоелемент монтували на діелектричній основі, для чого використовували пластинки скла. На скло наклеювали тонкі смужки мідної фольги, до якої припаювали зразки і провідники. Верні краї зразків також сполучали фольгою. Дослідний зразок термоелемента показаний на рис. 7.



Рис.8. Термоелектричні параметри термоелемента

Термоелектричні параметри термоелемента вимірювались за тією ж методикою, що і для його віток. Результати вимірювання величини тер-

мо-е.р.с. показані на рис. 8. Порівняння результатів з літературними відомостями [9-11] свідчить про те, що термо-е.р.с. термоелемента збільшилась вдвічі (наприклад, для різниці температур 100 °С). Ефективність роботи таких пристроїв можна підвищити, якщо використовувати леговані сполуки телуриду свинцю [12,13]. Зокрема, введення домішок вісмуту у кількості 0,2% підвищує величину термо-е.р.с. для різниці температур біля 100 °С з 6 до 14 мВ, тобто, більше ніж у два рази. Проте, поки що не вдається отримати леговані сполуки електронного і діркового типів провідностей з достатньою концентрацією носіїв заряду. Вирішення цієї задачі дасть змогу підвищити ефективність термоелектричних перетворювачів енергії.

Список використаних джерел:

1. Basic Research Needs for Solar Energy Utilization, Report of the Basic Energy Sciences Workshop on Solar Energy Utilization, USA: DOE, April 18–21, 2005.
2. European Commission. Energy. Energy 2020: Roadmap 2050. – Інтернет-ресурс http://ec.europa.eu/energy/energy2020/roadmap/index_en.htm
3. Шостаковський П. Термоелектрические источники альтернативного електропитання / П. Шостаковський // Новые технологии, 2010, – Т. 12, С. 131-138.
4. Анатичук Л.И. Термоэлементы и термоелектрические устройства: Справочник / Л.И. Анатичук. – К: Наук. думка. – 1979, – 768 с.
5. Шперун В.М. Термоелектрика телуриду свинцю та його аналогів / В.М. Шперун, Д.М. Фреїк, Р.І. Запужляк. – Івано-Франківськ: Праїл, – 2000. – 250 с.
6. Анатичук Л.И. Оптимальное управление свойствами термоелектрических материалов и приборов / Л.И. Анатичук, В.А. Семенюк. – Черновцы: Прут, 1992. – 264 с.
7. Власенко О.І., Криськов А.А., Криськов Ц.А., Левицький С.М. Спосіб отримання однорідно легованих кристалів A^4V^6 // Патент України на корисну модель № 43897, зареєстрований в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.09.2009 р.
8. Температурные измерения. Справочник / [Герашенко О.А., Гордов А.Н., Лах И.Б. и др]. – К: Наукова думка, – 1984, – 496с.
9. Боднарук В.И. Полупроводниковые термоелектрические преобразователи повышенной надежности / В.И. Боднарук // Термоелектричество. – 2000. – №3, – С. 59-63.
10. Сабо Є.П. Технологія халькогенідних термоелементів / Є.П. Сабо // Термоелектрика. – 2000. – №4. – С. 49-57.
11. Анатичук Л.И. Рациональные области исследований и применений термоелектричества / Л.И. Анатичук // Термоелектричество. – 2001. – №1. – С. 3-14.
12. Технологічні аспекти синтезу термоелектричного пломбум телуриду / [Д.М. Фреїк, І.В. Горічок, В.В. Борик, Ц.А. Криськов, Р.Я. Михайльонка, І.П. Яремій] // Фізика і хімія твердого тіла – 2009. – Т.10. – № 4. – С. 752-756.
13. Синтез, особливості і механізми легування сурмою термоелектричного телуриду свинцю $PbTe:Sb$ / [Д.М. Фреїк, Ц.А. Криськов, І.В. Горічок, Т.С. Люба, О.С. Криницький, О.М. Рачковський]. // Термоелектрика. – 2013. – №2. – С. 44-52.

The basic technology procedures for composition of lead telluride thermoelements are described,

Key words: *thermoelectricity, lead telluride, thermoelements,*

УДК 518:517/965+968.21

Кріль С.О., кандидат фізико-математичних наук, доцент
УМОВИ ЗБІЖНОСТІ ПРОЕКЦІЙНО-ІТЕРАТИВНОГО
МЕТОДУ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ІНТЕГРО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ
РІВНЯНЬ З МАЛОЮ НЕЛІНІЙНІСТЮ

Встановлюються достатні умови збіжності модифікованого проєційно-ітеративного методу розв'язування інтегро-функціональних рівнянь з малою нелінійністю.

Ключові слова: проєційно-ітеративний метод, достатні умови збіжності, інтегро-функціональне рівняння з малою нелінійністю.

1. Інтегро-функціональні рівняння мають широке застосування в різних областях науки та природознавства. Побудова точних розв'язків цих рівнянь можлива лише в окремих випадках, тому актуальним є питання розробки й дослідження умов збіжності наближених методів розв'язування цих рівнянь.

Одним з ефективних є проєкційно-інтерактивний метод та різні його модифікації. Питанням теоретичного обґрунтування та практичного застосування згаданих методів присвячені монографії [1-3] та праці [4-6].

У цій роботі досліджується питання встановлення достатніх умов збіжності модифікованого проєкційно-ітеративного методу розв'язування інтегро-функціонального рівняння з малою нелінійністю виду

$$y(x) - p(x)yh(x) = f(x) + \int_a^b K(x;t)y(t)dt + \varepsilon \int_a^b G(x;t)\Phi(t;y(t))dt, x \in [a,b] \quad (1)$$

$$y(x) = 0, x \notin [a,b],$$

де ε – малий параметр, G – задана, $y(x)$ – шукана функції.

2. Рівняння (1) розглядаємо в просторі $L_2(a;b)$. Відносно функцій $p(x), h(x), K(x;t)$ та $\Phi(t;y)$ припускаємо таке:

$$1) \quad |p(x)| \leq \bar{p} < \infty; \quad (2)$$

$$h(x) - \text{диференційована на } [a, b] \text{ і } h'(x) \geq l > 0, x - h(x) \geq \sigma > 0; \quad (3)$$

2) для ядер $K(x;t), G(x;t)$ в квадраті $(a,b)^2$ виконуються нерівності

$$\int_a^b \int_a^b K^2(x;t)dxdt = K^2 < \infty, \quad (4)$$

$$\int_a^b \int_a^b G^2(x;t)dxdt = G^2 < \infty, \quad (5)$$

3) функція $\Phi(t, y)$ в області $D = \{a \leq t \leq b, -\infty < y < \infty\}$ задовольняє умови

$$|\Phi(t, y)| \leq \alpha(t) + \beta|y|, \quad (6)$$

$$|\Phi(t, y) - \Phi(t, \bar{y})| \leq \gamma|y - \bar{y}|, \quad (7)$$

де $\alpha(t) \in L_2(a; b)$, β, γ – деякі додатні сталі.

При виконанні умов (2) – (7), як відомо з [7], інтегральні оператори

$$(Kv)(x) = \int_a^b K(x; t)v(t)dt, (\Phi v)(x) = \varepsilon \int_a^b G(x; t)\Phi(t; v(t))dt$$

відображають простір $L_2(a; b)$ в себе і є цілком неперервними, а оператор S , такий, що

$$(Sv)(x) = \begin{cases} v(x), x \in [a; h^{-1}(a)], \\ v(x) - p(x)v(h(x)), x \in [h^{-1}(a); b] \end{cases}$$

$v(x)$ – довільна функція із $L_2(a; b)$ як і оператори K та Φ , діє з $L_2(a; b)$ в $L_2(a; b)$ є лінійним, оборотним та обмеженим. Обернений до нього оператор S^{-1} обмежений і має вигляд

$$(S^{-1}v)(x) = \begin{cases} v(x), x \in [a; h^{-1}(a)], \\ v(x) + \sum_{i=1}^s v(h^i(x)) \prod_{k=0}^{i-1} p(h^k(x)), x \in \Delta S, s = \overline{1, m}, \end{cases}$$

$$\Delta_s = [c_{s-1}, c_s], c_0 = a, c_s = h^{-1}(c_{s-1}), c_m = b$$

$$h^k(x) = h(h^{k-1}(x)), S = \overline{1, m}.$$

3. Застосуємо до рівняння (1) модифікований проєкційно-ітеративний метод, ідея якого полягає в тому, що наближені розв’язки $y_k(x)$ визначаємо рівнянням

$$y_k(x) - p(x)y_k h(x) = f(x) + \int_a^b K(x; t)z_k(t)dt + \varepsilon \int_a^b G(x; t)\Phi(t; y_{k-1}(t))dt, x \in [a; b], \quad (8)$$

$$y_k(x) = 0, x \notin [a; b],$$

в якому

$$z_k(x) = y_{k-1}(x) + w_k(x), w_k(x) = \sum_{j=1}^n a_j^k \eta_j(x), \quad (9)$$

а невідомі коефіцієнти $a_j^k = a_j^k(x)$ знаходимо з умови

$$\int_a^b r_k(x)\varphi_i(x)dx = 0, i = \overline{1, n}, \quad (10)$$

де

$$r_k(x) = f(x) + \int_a^b K(x; t)z_k(t)dt - z_k(x) + p(x)z_k h(x) + \varepsilon \int_a^b G(x; t)\Phi(t; y_{k-1}(t))dt. \quad (11)$$

В ролі початкового наближення беремо розв'язок функціонального рівняння

$$y_0(x) - p(x)y_0h(x) = s_0(x), x \in [a; b], y_0(x) = 0, x \notin [a, b] \quad (12)$$

в якому $s_0(x)$ – довільна фіксована функція з $L_2[a, b]$, зокрема $s_0(x) = 0$ або $s_0(x) = f(x)$.

Система функцій $\{\eta_j(x)\}$ визначається з рівняння

$$\eta_j(x) - p(x)\eta_jh(x) = \varphi_j(x), x \in [a, b], \eta_j(x) = 0, x \notin [a, b], j = \overline{1, n}, \quad (13)$$

де система функцій $\{\varphi_j(x)\} \in L_2(a, b)$ задана та лінійно незалежна.

Вводячи позначення

$$\varepsilon_k(x) = f(x) + \int_a^b K(x; t)z_k(t)dt - y_{k-1}(x) + p(x)y_{k-1}h(x) + \varepsilon \int_a^b G(x; t)\Phi(t; y_{k-1}(t))dt$$

і підставляючи функцію $z_k(x)$, що визначається формулами (9), у рівність (11), а потім отриманий результат – в умову (10), для знаходження коефіцієнтів a_y^k отримуємо систему лінійних алгебраїчних рівнянь

$$\sum_{j=1}^n a_j^k \beta_{ij} = b_i^k, \quad (14)$$

у якій

$$\beta_{ij}(x) = \int_a^b (\varphi_j(x) - K_j(x))\varphi_i(x)dx, \quad (15)$$

$$K_j(x) = \int_a^b K(x; t)\eta_j(t)dt, \quad (16)$$

$$b_i^k(x) = \int_a^b \varepsilon_k(x)\varphi_i(x)dt. \quad (17)$$

Систему рівнянь (14) доцільно записати у векторному вигляді:

$$\Lambda a_k = b_k,$$

де

$$a_k = \{a_1^k, a_2^k, \dots, a_n^k\}, b_k = \{b_1^k, b_2^k, \dots, b_n^k\},$$

$$\Lambda = \begin{pmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \dots & \beta_{1n} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \dots & \beta_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \beta_{n1} & \beta_{n2} & \dots & \beta_{nn} \end{pmatrix}$$

Зауважимо, що за наближення до шуканого розв'язку можна взяти як функцію $y_k(x)$, так і функцію $z_k(x)$.

4. Достатні умови збіжності.

Провівши міркування, аналогічні приведеним в [6], можна показати, що алгоритм (8)– (13) зводиться до проекційно-ітеративного методу розв'язування інтегрального рівняння з малою нелінійністю

$$u(x) = f(x) + \int_a^b T(x;t)u(t)dt + \varepsilon \int_a^b G(x;t)F(t;u(t))dt, x \in [a,b], \quad (18)$$

$$T(x;t) = \begin{cases} K(x;t) + \sum_{i=1}^{m-s} K(x;(h^{-1})^i(t)) \prod_{k=1}^i p((h^{-1})^k(t)), t \in \Delta s, \\ K(x;t), t \in (C_{m-1};b), S = \overline{1, m-1}, x \in (a;b), \end{cases}$$

де $(h^{-1})^k(t) = h^{-1}((h^{-1})^{k-1}(t))$.

Нагадаємо, що ідея проекційно-ітеративного методу стосовно рівняння (18) полягає в тому, що, виходячи із початкового наближення $u_0 \in L_2(a,b)$, подальші наближення визначаємо за формулами

$$u_k(x) = f(x) + \int_a^b T(x;t)\{u_{k-1}(t) + w_k(t)\}dt + \varepsilon \int_a^b G(x;t)F(t;u_{k-1}(t))dt, x \in [a,b], \quad (19)$$

$$w_k = \sum_{j=1}^n a_j^k \varphi_j(x), \quad (20)$$

а невідомі коефіцієнти a_j^k знаходимо з умов

$$\int_a^b \{u_k(x) - u_{k-1}(x) - w_k(x)\} \varphi_i(x) dx = 0, i = \overline{1, n}. \quad (21)$$

Для простоти записів та подальших досліджень рівняння (18) будемо розглядати як операторне рівняння

$$u = f + Tu + Fu, \quad (22)$$

де оператори T та F мають відповідно вигляд

$$(Tv)(x) = \int_a^b T(x;t)v(t)dt, (Fv)(x) = \varepsilon \int_a^b G(x;t)F(t,v(t))dt, \quad (23)$$

$\forall v(x) \in L(a,b)$.

В роботі [6] показано, що оператор F задовольняє умову Ліпшиця з деякою сталою μ , тобто $\forall u, v \in L_2(a,b)$:

$$\|Fu - Fv\| \leq \mu \|u - v\|. \quad (24)$$

Якщо взяти до розгляду проекційний оператор P_n . такий, що

$$(P_n v)(x) = \int_a^b P_n(x;t)v(t)dt, v(x) \in L_2(a,b), \quad (25)$$

де

$$P_n(x;t) = \sum_{j=1}^n \gamma_j \varphi_j(x) \varphi_j(y), \gamma_j^{-1} = \int_a^b \varphi_j^2(x) dx,$$

то алгоритм (19) – (20) набере вигляду

$$u_k = f + T(u_{k-1} + w_k) + Fu_{k-1}, \quad (26)$$

$$w_k = P_n(u_k - u_{k-1}). \quad (27)$$

Якщо підставити значення u_k із формули (26) в співвідношення (27) і зробити нескладні перетворення, то для знаходження елемента w_k отримуємо рівняння

$$w_k - P_n T w_k = P_n \varepsilon_k, k = 1, 2, 3, \dots, \quad (28)$$

в якому

$$\varepsilon_k = f + T u_{k-1} + F u_{k-1} - u_{k-1} \quad (29)$$

Вважаючи, що рівняння

$$v - P_n T v = P_n q, \forall q \in L_2(a, b) \quad (30)$$

має єдиний розв'язок

$$v = R_n q, \quad (31)$$

введемо в розгляд оператори переходу (див.[1])

$$M_n = T(I + R_n T - R_n), L_n = Q_n M_n, \quad (32)$$

де I – тотожний оператор, $Q_n = I - P_n$. Відразу ж зауважимо, що справедливі співвідношення

$$M_n Q_n = M_n, L_n Q_n = L_n. \quad (33)$$

Беручи до уваги формули (26), (29) та формулу

$$w_k = R_n \varepsilon_k, \quad (34)$$

а також формули, що отримуються із останніх шляхом заміни індексу k на $k-1$, матимемо

$$\begin{aligned} u_k - u_{k-1} &= T(u_{k-1} - u_{k-2}) + T(w_k - w_{k-1}) + (Fu_{k-1} - Fu_{k-2}) = \\ &= (Fu_{k-1} - Fu_{k-2}) + T(u_{k-1} - u_{k-2}) + TR_n \{(Fu_{k-1} - Fu_{k-2}) + \\ &+ T(u_{k-1} - u_{k-2}) - (u_{k-1} - u_{k-2})\} = \\ &= (I + TR_n)(Fu_{k-1} - Fu_{k-2}) + T(I + R_n T - R_n)(u_{k-1} - u_{k-2}), \end{aligned} \quad (35)$$

або, з урахуванням (32),

$$u_k - u_{k-1} = D_n (Fu_{k-1} - Fu_{k-2}) + M_n (u_{k-1} - u_{k-2}), \quad (36)$$

де

$$D_n = I + TR_n \quad (37)$$

Формула (36) виконується при всіх $k=1, 2, 3, \dots$ тому справедливі також співвідношення

$$u_{k-j} - u_{k-j-1} = D_n (Fu_{k-j-1} - Fu_{k-j-2}) + M_n (u_{k-j-1} - u_{k-j-2}), k = 1, 2, 3, \dots, j = \overline{0, k-2}. \quad (38)$$

Тоді з урахуванням формули (33) отримаємо:

$$\begin{aligned} u_k - u_{k-1} &= D_n(Fu_{k-1} - Fu_{k-2}) + M_n(u_{k-1} - u_{k-2}) = \dots = \\ &= D_n(Fu_{k-1} - Fu_{k-2}) + M_n D_n(Fu_{k-2} - Fu_{k-3}) + M_n L_n D_n(Fu_{k-3} - Fu_{k-4}) + \\ &+ M_n L_n^2 D_n(Fu_{k-4} - Fu_{k-5}) + \dots + M_n L_n^{s-2} D_n(Fu_{k-s+1} - Fu_{k-s}) + M_n L_n^{s-1} (u_{k-s+1} - u_{k-s}), \\ k &= 1, 2, 3, \dots, 0 \leq s \leq k. \end{aligned} \quad (39)$$

Взявши до уваги співвідношення (24), формулу (39) і вводячи позначення

$$\|u_k - u_{k-1}\| = \Delta_k, p_n = \|M_n\|, q_n = \|L_n\|, d_n = \|D_n\|, \alpha_n = \mu^* d_n \quad (40)$$

для оцінки величин Δ_k отримаємо систему нерівностей

$$\begin{cases} \Delta_n \leq \alpha_n \Delta_{k-1} + p_n \Delta_{k-1}, \\ \Delta_n \leq \alpha_n \Delta_{k-1} + \alpha_n p_n \Delta_{k-2} + p_n q_n \Delta_{k-2}, \\ \Delta_n \leq \alpha_n \Delta_{k-1} + \alpha_n p_n \Delta_{k-2} + \alpha_n p_n q_n \Delta_{k-3} + \alpha_n q_n^2 \Delta_{k-3}, \\ \dots\dots\dots \\ \Delta_n \leq \alpha_n \Delta_{k-1} + \alpha_n p_n \Delta_{k-2} + \alpha_n p_n q_n \Delta_{k-3} + \dots + \alpha_n p_n q_n^{s-3} \Delta_{k-s+1} + \\ + \alpha_n p_n q_n^{s-2} \Delta_{k-s} + p_n q_n^{s-2} \Delta_{k-s}, k = 1, 2, 3, \dots, 0 \leq s \leq k. \end{cases} \quad (41)$$

Провівши аналіз перших двох нерівностей цієї системи, приходимо, зокрема, до такого твердження.

Теорема. Якщо числа α_n, p_n, q_n такі, що

$$\alpha_n(\alpha_n + p_n) + p_n(\alpha_n + q_n) = \tau_{2n} < 1, \quad (42)$$

то рівняння (1) має $\forall f(x) \in L_2(a, b)$ єдиний розв'язок і проєкційно-інтеративний метод (8) – (13) збіжний до цього розв'язку.

Доведення. Беручи до уваги перші дві нерівності системи (41), отримаємо оцінку:

$$\|u_k - u_{k-1}\| \leq \{\alpha_n(\alpha_n + p_n) + p_n(\alpha_n + q_n)\}^* \|u_{k-2} - u_{k-3}\|,$$

тобто

$$\Delta_k \leq \tau_{2n} \Delta_{k-2}, \tau_{2n} < 1.$$

Тому

$$\begin{aligned} \|u_{k+p} - u_k\| &\leq \|u_{k+p} - u_{k+p-1}\| + \|u_{k+p-1} - u_{k+p-2}\| + \dots + \|u_{k+2} - u_{k+1}\| + \|u_{k+1} - u_k\| = \\ &= \Delta_{k+p} + \Delta_{k+p-1} + \dots + \Delta_{k+2} + \Delta_{k+1} \leq \\ &\leq (\tau_{2n}^{\lfloor \frac{k}{2} \rfloor} + \tau_{2n}^{\lfloor \frac{k}{2} \rfloor + 1} + \dots + \tau_{2n}^{\lfloor \frac{k+p}{2} \rfloor - 1} + \tau_{2n}^{\lfloor \frac{k+p}{2} \rfloor}) (\Delta_2 + \Delta_1) \leq \frac{\tau_{2n}^{\lfloor \frac{k}{2} \rfloor}}{1 - \tau_{2n}} (\Delta_2 + \Delta_1). \end{aligned} \quad (43)$$

Оскільки $\tau_{2n}^{\lfloor \frac{k}{2} \rfloor} \longrightarrow 0$ при $k \longrightarrow \infty$, то оцінка (43) показує, що послідовність $\{u_k\}$ фундаментальна, а тому в силу повноти простору $L_2(a, b)$ вона збігається до деякої функції $u^* \in L_2(a, b)$. Очевидно, функція u^* є розв'язком рівняння (22), тобто рівняння (18). Теорему доведено.

Зауваження 1. Переходячи до границі в (43) при $p \rightarrow \infty$, маємо нерівність

$$\|u^* - u_k\| \leq \frac{\tau_{2n}^{\lceil \frac{k}{2} \rceil}}{1 - \tau_{2n}} (\Delta_2 + \Delta_1),$$

в силу якої

$$\|y^*(x) - y_k(x)\| = \|(S^{-1}u^*)(x) - (S^{-1}u_k)(x)\| \leq \|S^{-1}\| \cdot \|u^* - u_k\| \leq \|S^{-1}\| \cdot \frac{\tau_{2n}^{\lceil \frac{k}{2} \rceil}}{1 - \tau_{2n}} (\Delta_2 + \Delta_1),$$

тобто ми отримали нерівність, яка характеризує швидкість збіжності методу (8) – (13) при виконанні умови (42).

Зауваження 2. Провівши більш глибокий аналіз системи (41), можна привести інші умови збіжності методу. Наприклад,

$$\alpha_n(\alpha_n + p_n)^2 + p_n(\alpha_n + q_n)^2 = \tau_{3n} < 1, \quad (44)$$

$$\begin{aligned} & \alpha_n(\alpha_n + p_n)\{\alpha_n(\alpha_n + p_n) + p_n(\alpha_n + q_n)\} + \\ & + p_n(\alpha_n + q_n)\{\alpha_n(\alpha_n + p_n) + q_n(\alpha_n + q_n)\} = \tau_{4n} < 1, \end{aligned} \quad (45)$$

$$\begin{aligned} & \alpha_n\{\alpha_n(\alpha_n + p_n) + p_n(\alpha_n + q_n)\}^2 + \\ & + p_n\{\alpha_n(\alpha_n + q_n) + q_n(\alpha_n + q_n)\}^2 = \tau_{5n} < 1, \end{aligned} \quad (46)$$

$$\begin{aligned} & \alpha_n\{\alpha_n(\alpha_n + p_n)^2 + p_n(\alpha_n + q_n)^2\} + \\ & + p_n\{\alpha_n(\alpha_n + q_n)^2 + (\alpha_n p_n + q_n^2)(\alpha_n + q_n)\}^2 = \tau_{6n} < 1, \end{aligned} \quad (47)$$

Список використаних джерел:

1. Проекционно-итеративные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений / Лучка А. Ю. – К. : Наук.думка, 1980. – 244 с.
2. Проекционно-итеративные методы / Лучка А. Ю. – К. : Наук.думка, 1993. – 286 с.
3. Проекционно-итеративные методы решения операторных уравнений / Курпель Н. С. – К. : Наук.думка, 1968. – 244 с.
4. Решение многоточечной задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений с малой нелинейностью проекционно-итеративным методом / Габрель О. М. – К., 1979. с. 20-31. (Препринт/ АН УССР, Институт математики; 82.25).
5. Критерии сходимости проекционно-итеративного метода для нелинейных уравнений / Лучка А. Ю. – К., 1982. – 54 с. (Препринт / АН УССР, Институт математики; 82.24).
6. Решение интегро-разностных уравнений с малой нелинейностью проекционно-итеративного методом / Крыль С. А. – К., 1987. – (Препринт/ АН УССР, Институт математики; 82.17).
7. Интегральные уравнения. / Трикоми Ф. – Изд. иностр. лит., 1960. – 300 с.

This article deals with establishment of adequate conditions of coincidence of modified projection – iterative method for solving integral – functional equations with little non-linear.

Key words: projection-iterative method, adequate conditions of coincidence, integral-functional equation.

УДК 539.2:621.315.548.0:612.029.62

Люба Т.С., аспірант

ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ $PbTe-Sb_2Te_3$, $PbTe-Bi_2Te_3$

Представлено результати дослідження термоелектричних властивостей твердих розчинів $PbTe-Sb_2Te_3$ в діапазоні 0-5 мол.% Sb_2Te_3 та $PbTe-Bi_2Te_3$ в діапазоні 0-5 мол.% Bi_2Te_3 .

Ключові слова: $PbTe-Sb_2Te_3$, $PbTe-Bi_2Te_3$, термоелектричні властивості, електропровідність, коефіцієнт Зеебека, теплопровідність.

Останнім часом гостро постало питання про підвищення ефективності перетворення теплової енергії в електричну через відчутний в даний час брак викопних видів палива і викид тепловими електростанціями величезної кількості газів, що викликають парниковий ефект і глобальну зміну клімату. Тому значна увага приділяється покращенню параметрів роботи твердотільних термоелектричних перетворювачів, основним матеріалом для виготовлення яких слугує плумбум телурид та тверді розчини на його основі.

$PbTe$ – класичний термоелектричний вузькозонний матеріал, що кристалізується у структурі типу $NaCl$, просторова група $Fm\bar{3}m-O_h5$ з параметром ґратки $a=6,452 \text{ \AA}$, плавиться конгруентно при 1190 K і утворює із телуром евтектику при $85,5 \text{ ат.}\%$ Te із температурою плавлення 678 K [1]. Температура плавлення евтектики на $0,7 \text{ K}$ нижче температури кристалізації чистого свинцю [2]. Ширина забороненої зони складає $0,32 \text{ eV}$ при 300 K із багатодолінним характером енергетичного спектру.

Як і будь-який термоелектрик, плумбум телурид характеризується добротністю, що визначається величиною електропровідності, коефіцієнта Зеебека та теплопровідності. Завдяки низькому значенню величини ґраткової теплопровідності ($k_r=2,09 \cdot 10^{-2} \text{ Вт} \cdot \text{K}^{-1} \text{ см}^{-1}$), термоелектрична добротність при 300 K електронного $PbTe$ складає $2 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, а діркового – $1,4 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ [1].

Внесення домішок стибію та вісмуту дозволяє значно покращити термоелектричні характеристики плумбум телуриду. У твердих розчинах $PbTe-Sb_2Te_3$ та $PbTe-Bi_2Te_3$ окрім підвищення електропровідності матеріалів, можна домогтися значного зменшення теплопровідності внаслідок ефективного розсіювання фононів на точкових дефектах, концентрації яких є значними. Таким чином, термоелектрична ефективність досліджуваних розчинів може бути значно покращена у порівнянні з чистим $PbTe$.

Експеримент. Синтез твердих розчинів проводили методом сплавлення у кварцових ампулах вакуумованих до тиску $2 \cdot 10^{-4} \text{ Па}$. У якості

вихідних компонентів використовували очищені Pb, Te, Sb та Bi. Сполуки Sb_2Te_3 та Bi_2Te_3 були синтезовані заздалегідь. Вміст домішок складає 1, 3 та 5 мол.%. Отримані злитки подрібнювали у агатовій ступці та виділивши фракції розміру 0,05 - 0,5 мм, пресували під тиском 0,5 ГПа. Отримані циліндричної форми зразки з $d = 5$ мм та $l \approx 8$ мм піддавали відпалу на повітрі при температурі $T = 230$ °C на протязі 5 год.

Величину коефіцієнта Зеебека S і питому електропровідність σ визначали за стандартною методикою, детально описано у роботі [3]. Зразок розміщували між двома мідними стержнями поміщеними у піч, яка його нагріває до заданої температури. Градієнт температури на зразку (≈ 10 °C) створювався додатковою пічкою на одному з мідних стержнів.

Вимірювання температури проводили двома ХА-термопарами, поміщеними в отвори у зразку. Електропровідність визначали вимірюючи спад напруги на зразку, генеровану джерелом постійної напруги [4, 5].

Результати та їх обговорення. Результати вимірювання питомої електропровідності та коефіцієнту Зеебека представлено на рис.1, 2.

Так, для чистого PbTe підвищення температури призводить до росту і величини σ і величини S . Додавання 1 мол.% Sb_2Te_3 зумовлює зменшення електропровідності і коефіцієнта Зеебека. Температурна залежність $S(T)$ є такою ж, як і для нелегованого PbTe, а $\sigma(T)$ – різкішою. При збільшенні вмісту Sb_2Te_3 до 3 мол.% коефіцієнт Зеебека залишається практично незмінним, а питома електропровідність зростає. Таким чином, з аналізу отриманих залежностей можна стверджувати, що концентраційна залежність $S(Sb_2Te_3)$ виходить на насичення при вмісті домішки більше 1 мол.%, а $\sigma(Sb_2Te_3)$ при цій же концентрації має мінімум.

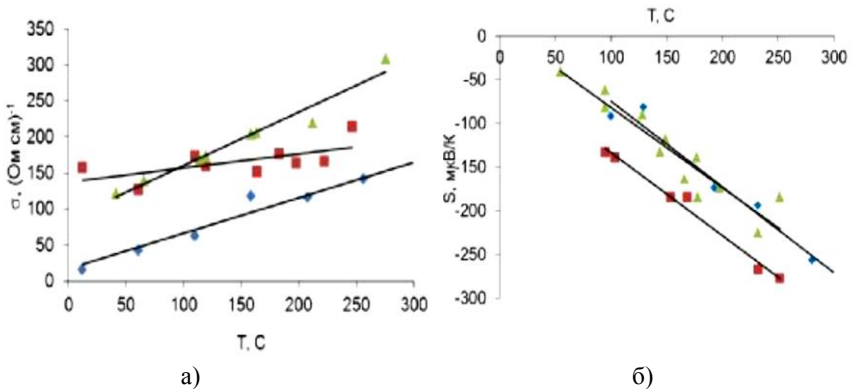


Рис.1. Залежність питомої електропровідності σ (а) та коефіцієнта Зеебека S (б) від температури T зразків твердих розчинів з різним вмістом Sb_2Te_3 , мол.%: ■ – 0, ◆ – 1, ▲ – 3.

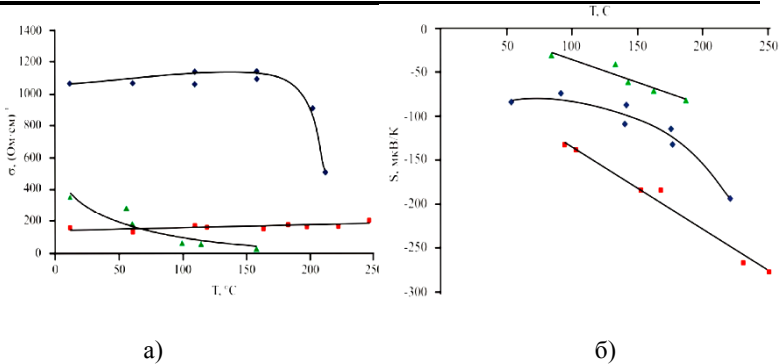


Рис.2. Залежність питомої електропровідності σ (а) та коефіцієнта Зеебека S (б) від температури T зразків твердих розчинів з різним вмістом Bi_2Te_3 , мол. % : \blacksquare – 0, \blacklozenge – 1, \blacktriangle – 5.

Додавання 1 мол.% Bi_2Te_3 зумовлює значне підвищення питомої електропровідності і деяке зменшення коефіцієнта Зеебека. Причому, на відміну від чистого PbTe , температурні залежності $S(T)$ та $\sigma(T)$ не можуть бути апроксимовані лінійними залежностями. Так, до температури $T \approx 150$ $^{\circ}\text{C}$ дані

термоелектричні параметри слабо змінюються зі зміною температури; при вищих T – значення питомої електропровідності різко зменшується, а коефіцієнт Зеебека збільшується. При збільшенні вмісту Bi_2Te_3 до 5 мол.% і коефіцієнт Зеебека, і питома електропровідність для фіксованих значень температур вимірювання зменшуються. Температурна залежність $\sigma(T)$ є спадною і при $T > 100^{\circ}\text{C}$ її чисельне значення є меншим за аналогічну величину для чистого плумбум телуриду.

Висновки

1. Проведено синтез і досліджено властивості твердих розчинів $\text{PbTe-Sb}_2\text{Te}_3$, $\text{PbTe-Bi}_2\text{Te}_3$.

2. Встановлено, що збільшення вмісту Sb_2Te_3 у твердому розчині зумовлює зменшення коефіцієнта Зеебека з виходом на насичення при концентраціях > 1 мол.% та немонотонну зміну питомої електропровідності з мінімумом при 1 мол.% Sb_2Te_3 .

3. Немонотонні зміни питомої електропровідності з максимумом при 1 мол.% Bi_2Te_3 та монотонне зменшення коефіцієнта Зеебека при збільшенні вмісту Bi_2Te_3 можуть бути пояснені ростом концентрації вільних електронів при збільшенні вмісту Bi_2Te_3 та одночасним зменшенням їх рухливості.

Робота виконана згідно комплексного наукового проекту МОН України (державний реєстраційний номер 0113U000185).

Список використаних джерел:

1. Фреїк Д.М. Технологічні аспекти синтезу термоелектричного плумбум телуриду / [Д.М. Фреїк, І.В. Горічок, В.В. Борик та ін.] //Фізика і хімія твердого тіла. – 2009. – Т.10. – №4. – С. 924-928.

2. Шперун В.М. Термоелектрика телуриду свинцю та його аналогів / В.М. Шперун, Д.М. Фреїк, Р.І. Запужак – Івано-Франківськ: Плай, 2000. – 250 с.

3. Фреїк Д.М. Синтез і термоелектричні властивості $PbTe:Sb$ / [Д.М. Фреїк, І.В. Горічок, Р.О. Дзумедзей та ін.] // Фізика і хімія твердого тіла. – 2012. – Т.13, – №1. – С. 220-223.

4. Люба Т.С. Синтез і термоелектричні властивості твердих розчинів $PbTe-Sb_2Te_3$ / [Д.М. Фреїк, Ц.А. Криський, Т.С. Люба та ін.] // Фізика і хімія твердого тіла. – 2013. – Т.14. – №1. – С. 137-144.

5. Люба Т.С. Термоелектричні властивості і дефектна підсистема твердих розчинів $PbTe-Bi_2Te_3$ / [Д.М. Фреїк, Ц.А. Криський, Т.С. Люба та ін.] // Фізика і хімія твердого тіла. – 2013. – Т.14 – №3. – С.572-576.

The results of the study thermoelectric properties of solid solutions $PbTe-Sb_2Te_3$ in the range of 0-5 mol.% Sb_2Te_3 and $PbTe-Bi_2Te_3$ in the range of 0-5 mol.% Bi_2Te_3 are presented.

Key words: $PbTe-Sb_2Te_3$, $PbTe-Bi_2Te_3$, thermoelectric properties, electrical conductivity, Seebeck coefficient, thermal conductivity.

УДК 616-084: 37

Мендерський В. В., доктор педагогічних наук, професор
Недільська У. І., кандидат с-г наук, доцент,

БЕЗПЕКА НАДАННЯ НЕВІДКЛАДНОЇ ДОПОМОГИ

У статті аналізуються практичні аспекти надання долікарської допомоги у безпечних формах. Зроблена спроба відійти від застарілих чуток та стереотипів у цій важливій справі в наш складний час. Вважаємо, що при наданні першої допомоги головним є не нашкодити потерпілому і тому, хто надає таку допомогу.

Ключові слова: освітня практика, здоров'я людини, навчальна діяльність з безпеки життєдіяльності, професійна компетентність, долікарська допомога.

Найвища цінність суспільства – людина, її життя і здоров'я. Проте з кожним роком збільшується кількість факторів, що негативно впливають на її життя і здоров'я на безпеку її життєдіяльності. Технічний прогрес постійно, мов тінь, супроводжують техногенні аварії та нещасні випадки. В більшості випадків вони створюються самою людиною: її необачною, а деколи бездумною діяльністю, У зв'язку з бурхливим розвитком цивілізації зростає небезпека антропогенних катастроф, аварій та тероризму. Багато шкоди людям завдає електричний струм, водопровід, газові комунікації. Адже ми не уявляємо своє життя без цих досягнень людства. Іноді цей «комфорт» стає причиною багатьох небезпек, від яких ніхто не застрахований. Практично кожна людина має певні знання про надання першої допомоги. Але на жаль, в більшості випадків цей набір знань є сумішшю із стереотипів і чуток, і застосування таких знань на практиці здебільшого не просто марні, але й небезпечні. Потрібно пам'ятати, що

при наданні невідкладної допомоги головним є не нашкодити потерпілому і тому, хто надає цю допомогу.

Наприклад, всі знають, що на переламу кінцівку потрібно накласти шину. І більшість уявляють собі цю шину як дві-три палиці, в ідеалі — штахетини від огорожі або упакування. Коли ж виникає необхідність надавати допомогу, чомусь з'ясовується, що людина зовсім не радіє, коли його зламану руку-ногу намагаються випрямити і прив'язати до палиці. А все тому, що перелом треба фіксувати в тому положенні, яке найкомфортніше для постраждалого. Кінцівка при цьому, як правило, напівзігнута. Але не усім про це відомо і тому варто розглянути найпоширеніші помилкові стереотипи під час надання долікарської допомоги, яких варто уникати. Можливо така інформація стане у нагоді у наш складний час.

Видатний радянський стереотип «...сам помирай але товариша виручай...». Цей шаблон міцно загнаний в голови представників старшого покоління патріотичними фільмами, книжками і просто ідеологією тих часів, що відчайдушно оспівувала героїзм і самопожертву. Суперечності, взагалі кажучи, немає — якості ці важливі, цінні і іноді навіть необхідні. Але в реальному житті, на вулиці, в місті або на природі наслідування завченим правилам може коштувати життя як героєві, так і потерпілому.

Простий приклад — автомобіль врізався в стовп лінії електропередач. Водій сидить всередині без свідомості, струм йому не страшний. І раптом на виручку йому кидається герой. Добігає до машини, не помітивши дроту, і за одну мить — одним потерпілим більше. Далі — ще герой, потім — ще пара. і ось перед нами машина з живим водієм, оточена купою героїчних тіл, що так і не встигли викликати рятувальників і "швидку". Виникає питання: чому так сталося і хто винуватець? А все тому, що наші герої не знали і не дотримувались одного простого правила — спочатку з'ясуйте, що може загрожувати вам, а вже потім — що загрожує потерпілому, адже якщо з вами щось трапиться, допомогти ви вже не зможете. Тому в такій ситуації спочатку оцініть обстановку, зателефонуйте за номером 101 і, по можливості, утримайтеся від екстремального героїзму. Як би це цинічно не звучало, один труп завжди кращий, ніж два.

Розглянемо наступний випадок надзвичайної ситуації. Інший розповсюджений стереотип — дістати будь-якими засобами. Досить поширений у нас в країні сценарій: швидка і рятувальники приїжджають до місця аварії, а потерпілих вже витягнули із завалів зруйнованої будівлі та уклали в тіні і напоїли водою. При цьому добровільні рятувальники тягнули людей з під уламків за руки-ноги і додатково до вже отриманих травм додають ще парочку вкрай важких, на зразок деформації поламаного хребта. Краще потерпілі ще деякий час побули б на місці аварії й дочекались допомоги. Прибулі фахівці акуратно розібрали б завал, поклали потерпілого на носі й передали лікарям. Все б завершилось незначним лікуванням, а так — довічна інвалідність. І все це зовсім не навмисно, а лише з бажання допомоги.

Тому не потрібно без потреби зображати рятувальників. Дії добровільних рятівників мають зводитись до наступного: викликати допомогу, відключити електрообладнання, щоб від випадкової іскри не спалахнули легкозаймисті речовини, огородити місце аварії, зупинити у потерпілого кровотечу (якщо є) і до прибуття лікарів просто з людиною. розмовляти, психологічно підтримувати, відволікати, підбадьорювати. Поранений повинен відчувати, що про нього піклуються. А ось тягнути людину за руки-ноги можна лише в одному випадку – коли можливі наслідки транспортування будуть менші, ніж її відсутність. Наприклад – коли загорілась будівля.

У багатьох анекдотах з гумором описана ситуація накладання джгута на шию. Але, виявляється, що таке цілком можливо. Джгут на шию накладається, але не просто так, а через руку. З джгутом у наших людей відношення трепетні і ніжні. Він є в кожній аптечці, і тому при будь-якій сильній кровотечі громадяни кидаються накладати джгут. Деякі при цьому навіть пам'ятають, що влітку джгут можна накладати на дві години, а взимку на одну. І знають, що венозна кров за кольором є темнішою ніж артеріальна. Ось тільки часто виходить так, що абсолютно безпечний для життя не глибокий поріз чомусь обов'язково джгутують, ще й так, що після приїзду в лікарню з'ясується – знекровлену кінцівку вже важко врятувати.

Варто запам'ятати на все життя – джгут застосовується тільки для зупинки артеріальної кровотечі. Як її відрізнити? Ну вже звичайно не за кольором крові. По-перше, відтінки червоного в екстремальній ситуації не завжди вдається розрізнити і тому легко помилитися. Однак, саме про артеріальну кровотечу можна дізнатись без зусиль. Якщо перевести наш типовий тиск 120 мм ртутного стовпчика на 80 мм ртутного стовпчика в атмосфері, то вийде десь 0,16 атмосфери. А зараз уявіть, що з вузької трубочки через невелику дірочку під таким тиском поступає вода. Уявляете, який фонтан буде? Саме за тиском і висотою фонтану крові безпомилково можна розпізнати артеріальну кровотечу. І тут вже зволікати не можна, життя покидає людину з кожною секундою.

Якщо склалась така ситуація, то відразу швидко притискайте вражене місце, хоч пальцем. Це краще робити у місцях, де артерії щонайближче підходять до поверхні тіла і менш прикриті (пах, пахви). Ваше завдання — притиснути артерію, дочекатися зупинки кровотечі, а вже потім приладнати на місце джгут (мотузку або ремінь). І скоріше доставляйте потерпілого в лікарню. До речі, джгут краще накладати на одяг, щоб він був добре видимим. Запис з часом накладання джгута краще виконати маркером на видимій частині тіла людини. Так більше шансів, що інформація не загубиться.

А ось венозну кровотечу – навіть дуже значну – краще зупиняти тугою притискаючою пов'язкою. Не біда, якщо вона наскрізь просочиться

кров'ю – покладете зверху ще один шар. Це крім іншого дозволить лікарів за товщиною пов'язки оцінити серйозність крововтрати.

Серед старшого покоління панує думка, що опіки найкраще змашувати олією або іншими маслами. Але всім зі школи відомо, що тіло людини на 80% складається з води, яка, крім інших властивостей, має ще і теплоємність. Чим насправді є опік, якщо врахувати ці дані? Деяка кількість тепла потрапляє на шкіру і з її поверхні йде глибше в тканини організму, які з готовністю накопичують теплові джоулі, що їм дісталися. Якщо логічно розмірковувати, то щоб припинити перегрів, треба місце опіку охолодити. Тому варто на опік лити просту прохолодну воду і чекати до пом'якшення або пропажі больового синдрому. На це потрібно деякий час. За хвилину, як дехто думає, тільки частина теплової енергії вийде назовні, останні ж теплові джоулі будуть причаївшись чекати негативного розвитку подій. Що ж традиційно роблять некваліфіковані рятувальники? Густо змашуємо місце опіку пантенолом, кремом, кефіром або – за дідівським рецептом – олією з сіллю. І тоді над місцем, де з ушкоджених тканин ще не виділилась тепла енергія, створюється герметична подушка з речовини, що закриває їй вихід на волю. Як результат – опік лише посилюється. А ось якби вистачило терпіння простояти під водою хвилин 10–15, був б зовсім інший ефект. І пантенол, і інші засоби почали б працювати з пошкодженою ділянкою шкіри, з-під якої все тепло вже відведене.

Одна із загроз для людини – обмороження. Стикалися з цим неприємним явищем майже всі – вуха і ніс стають білими, втрачають чутливість. Але якщо їх потерти руками або снігом, як дехто радить, швидко червоніють, а потім приходить біль. Чому ж виникають такі болючі відчуття? Та тому, що наш організм – це система трубочок і провідників, де перші — кровоносні судини, а другі — нервові закінчення. На морозі трубочки замерзають, кров ними не циркулює (звідси білий колір), провідники дубіють, і все це стає крихким. А ми починаємо розтирати. І крушим-ламаємо ці мікроскопічні системи, завдаючи організму серйозних ушкоджень. Адже навіть пляшка мінеральної води, яка замерзла в морозильній камері, при різкому перенесенні в тепло лопає. А це ж ніжні судини. Тому ні в якому випадку – не потрібно промерзлі частини тіла безжалісно розтирати. Краще їх поволі зігрівати прохолодною або трохи зігрітою водою. Тоді і наслідки обмороження будуть не такі плачевні, і біль при поверненні чутливості не такий сильний.

Усі пам'ятають свій стан при високій температурі – сам гарячий, а людину морозить, все тіло тремтить, хочеться лягти під теплу ковдру і зігрітися. Але зігріватися в такій ситуації не просто шкідливо, а й смертельно небезпечно. Все дуже просто – озноб при високій (більше 38°C) температурі указує тільки на те, що температура продовжує зростати і організм перегрівается. А у цій ситуації навпаки потрібне охолодження, а ми замість цього закутуємось потепліше, накриваємось ковдрами, об-

кладаємося грілками. Як результат – утворюємо персональний термос, в якому тіло нагрівається все сильніше і сильніше. У найгірших випадках температура може злетіти за відмітку 41°C, а далі вже йдуть незворотні процеси, що призводять до смерті. Отже слід пам'ятати – при високій температурі і ознобі не потрібно закутуватись, а навпаки слід вживати заходів для охолодження. Легкі покривала, вологе обтирання. Все що завгодно, аби дати організму можливість скинути зайве тепло. Будьте впевнені – при такому підході висока температура минеться значно легше і швидше.

Дуже часто при різних отруєннях «знавці» рекомендують вживати для очищення шлунку розчин перманганату калію. Але чи всім відомо, що кристалики марганцівки повністю розчиняються у воді лише при температурі близько 70°C? Тому, що використовувати такий розчин при кімнатній температурі не просто безглуздо, але і небезпечно, оскільки кристалики марганцівки, що не розчинилися, можуть наробити в слизовій оболонці шлунку масу неприємностей. Не слід витрачати час і хімікати – для очищення шлунку досить випити 3–5 склянок простої теплої води і викликати блювоту.

Пригадаємо ситуацію – людина подавилась шматком їжі, і кашляє так, що серце надривається. Як у цьому випадку поступають оточуючі? Природно, допомагають йому – стукають по спині. Але навіщо вони це роблять? Всі вважають, що такі удари ще більше поражають місце, де знаходиться чужорідне тіло, у того, хто вдавився посилюється кашлевий рефлекс і шматок, що потрапив не в те горло, вилітає сам. А зараз уявіть собі водостічну трубу. Виконаємо «мислений експеримент» – кидаємо туди громіздкий предмет і починаємо віртуально стукати по трубі пальцею. Як ви думаєте, яка вірогідність того, що сторонній предмет вискочить вгору по трубі? Досвід переконує, що в деяких випадків людина відкашлюється, але не поодинокі випадки, коли шматок опуститься далі в дихальні шляхи зі всіма витікаючими наслідками – від необхідності втручання лікаря аж до смерті від зупинки дихання. Тому – не варто стукати. Навіть якщо просять. Набагато простіше і безпечніше заспокоїти людину і попросити її зробити декілька дуже повільних вдихів і різких видихів. При видихах краще злегка нахилитися вперед – щоб дихальні шляхи з вертикального положення перейшли в горизонтальне. Тричотири таких вдихи-видихи – і відкашлювання посилиться. Шматок вилетить сам собою, просто і безпечно.

Існує категорія людей, які страждають на хворобу – епілепсія. Надаючи допомогу під час загострення цієї хвороби дуже часто припускаються легендарної помилки, в яку на повному серйозно вірять мільйони людей. Це непохитна впевненість в тому, що людині, у якої трапився напад епілепсії, необхідно розтискати зуби і вставити між ними що-небудь. І дуже часто вставляють або принаймні намагаються це зробити. А епілептики потім, опам'ятавшись, із здивуванням помічають, що рот у них за-

битий пластмасою від згриженої авторучки або осколками власних зубів. Ніколи так робити не варто! Не пхайте людині в рот що попало, їй і так несолодко, тому що зробите тільки гірше.

Але чим обґрунтовують подібні дії доброзичливці? Тим, що людина в випадку може відкусити собі язик. Потрібно знати – під час епілептичного нападу всі м'язи людини знаходяться в тонусі. Включаючи і язик, який крім всього іншого ще й м'яз. Він напружений і тому не вивалиться з рота і не потрапить між зубів. Максимум – буде прикушений кінчик. Крові при цьому небагато, але, перемішавшись зі спіненою слиною, вона створює видимість небувалих руйнувань – так і підігріваються міфи про відкушені язики. Тому, не лізьте зі своїми ножами-вилками-ложками. Якщо дійсно хочете допомогти в цій ситуації людині, встаньте на коліна біля голови епілептика і постарайтеся притримати її голову, щоб не було ударів об землю. Такі удари набагато небезпечніші гіпотетично прокушеного язика. А коли активна фаза нападу пройде (судоми закінчаться), – акуратно поверніть людину набік, оскільки у нього наступила друга фаза – сон. Він може продовжитися недовго, але все одно в такому стані м'язи розслаблені і тому існує можливість задихнутися від западання язика.

У деяких пакетах першої допомоги є шпилька, і не всі знають її призначення. Дехто, використовуючи інформацію із відомого анекдоту, вважає, що вона потрібна для того, щоб приколотися язик людини, що знепритомніла, до її ж комірця – з тим, щоб він не запав і не перекрив дихальні шляхи. Справді, в непритомному стані у людини завжди западає язик. Про це варто пам'ятати і вживати відповідних заходів. Язик м'який та слизький і ніяк не хоче залишатися у витягнутому стані. Щоб звільнити дихальні шляхи від запалого язика, людину досить просто повернути набік і все – дихальні шляхи відкриті. Але коли непритомна людина лежить на спині, то її життю загрожують відразу дві небезпеки: задихнутися від западання язика і захлинутися блювотними масами. А якщо набік повернути потерпілого з якихось причин не можна (наприклад – підозра на травму хребта, при якій взагалі зайвий раз рухати людину небезпечно), просто закиньте їй голову назад і цього досить. А шпилька потрібна для того, щоб міцно фіксувати і закріплювати два краї перев'язувального матеріалу. У аптечці для невідкладної допомоги повинні бути шпильки різних розмірів – адже невідомо, наскільки великим буде уражене місце, і які будуть самі перев'язувальні матеріали.

В Україні в останні роки з'явилися нові фактори небезпек, притаманні перехідному періоду: терористична діяльність, підприємницька діяльність з кримінальними відхиленнями, безробіття, відсутність реального правового захисту та ін. Навчання з 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 наван-

таження Ось такі суворі реалії нашого небезпечного життя. Бажано дуже добре їх собі засвоїти, адже не дарма ж найголовніший медичний закон звучить так: "Не нашкодь!" А законів бажано дотримувати – здоровішими будемо.

Список використаних джерел:

1. Безпека життєдіяльності та цивільний захист і методика її навчання: Навч. посібник / П. С. Атаманчук, В. В. Мендерецький, О. П. Панчук, Р. М. Білик, О. Г. Чорна, У. І. Недільська. – Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друк-Сервіс», 2013. – 244 с.
2. Безпека життєдіяльності та методика її вивчення: Навч. посібник / П. С. Атаманчук, В. В. Мендерецький, О. П. Панчук, У. І. Недільська, О. Г. Чорна. – Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друк-Сервіс», 2012. – 148 с.
3. Концепція освіти з напрямку «Безпека життя і діяльності людини». – «Освіта України», №50, 12.12.97.
4. Безпека життєдіяльності (теор. основи) : Навч. посібник / П. С. Атаманчук, В. В. Мендерецький, О. П. Панчук, О. Г. Чорна. – К. : Центр учб. літератури, 2011. – 276 с.
5. Мендерецький В. В. Навчання з аналізу ризику і управління безпекою / В. В. Мендерецький, У. І. Недільська. – Наук. праці Кам'янець-Подільського нац. ун-ту ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка, 2013. – Вип. 12.
6. Мендерецький В. В. Безпеки життєдіяльності та цивільний захист населення як методологічна складова розвитку професійної компетентності майбутніх учителів фізико-технологічного профілю / В. В. Мендерецький, У. І. Недільська. – 36. наук. праць КПНУ ім. І. Огієнка. Серія пед. – КПНУ ім. Івана Огієнка, 2013. – Вип. 19. – С. 245-253.
7. Мендерецький В. В. Значення навчання з безпеки життєдіяльності в освітній системі України / В. В. Мендерецький, У. І. Недільська, О. Г. Чорна. – 36. наук. праць КПНУ 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.
8. Мендерецький В. В. Зміст навчань з БЖД в освітніх закладах України / В. В. Мендерецький, У. І. Недільська. – Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки. – Випуск 5. – Кам'янець-Подільський національний університет імені І. Огієнка, 2012. – 147 с. – С. 54-59.

In the article the practical aspects of grant of to medical help are analyzed in safe forms. An attempt to step back from ramshackle ears and stereotypes in this important business in our difficult time is done. Consider that at the grant of the first aid main is not to harm a victim and that is why, who renders such help.

Key words: *educational practice, health of man, educational activity from safety of vital functions, professional competence, to medical help.*

УДК 378:004

Мястковська М.О., асистент кафедри інформатики

МОДЕЛЮВАННЯ КОЛИВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ ЗАСОБАМИ ЕЛЕКТРОННИХ ТАБЛИЦЬ

У статті описується комп'ютерне моделювання коливальних процесів засобами електронних таблиць MS Excel у підготовці майбутніх учителів математики та інформатики.

Ключові слова: комп'ютерне моделювання, коливальні процеси, електронні таблиці, учитель математики та інформатики.

В умовах модернізації вищої освіти спостерігається розвиток тенденцій інтеграції досягнень у сфері інформаційних технологій з різними областями людської діяльності. Залишається актуальною проблема комп'ютерної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики.

Навчання прийомів роботи з комп'ютерними моделями значна увага приділяється у роботах таких науковців, як А.Ф. Верлань, М.І. Жалдак, Ю.О. Жук, Р.В. Майєр, С.А. Раков, Ю.С. Рамський, С.О. Семеріков, І.Л. Семешук, І.О. Теплицький, С.А. Хазіна та ін.

Але більшість авторів досліджують використання в навчальному процесі з інформатики вже готових комп'ютерних моделей або використовують лише окремі програмні продукти при навчанні комп'ютерного моделювання.

Мета статті: описати комп'ютерне моделювання коливальних процесів засобами електронних таблиць MS Excel та обґрунтувати доцільність вивчення основ комп'ютерного моделювання майбутніми учителями математики та інформатики.

Комп'ютерне моделювання є одним з ефективних методів вивчення фізичних систем. Комп'ютерне моделювання вимагає абстрагування від конкретної природи явищ, побудови спочатку якісною, а потім і кількісною моделі. До основних етапів комп'ютерного моделювання відносяться: постановка задачі, визначення об'єкта моделювання; розробка концептуальної моделі, виявлення основних елементів системи і елементарних актів взаємодії; формалізація, тобто перехід до математичної моделі; створення алгоритму та написання програми; планування та проведення комп'ютерних експериментів; аналіз та інтерпретація результатів. Розрізняють аналітичне та імітаційне моделювання.

На фізико-математичному факультеті Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка у варіативну частину навчального плану напряму підготовки 6.040201 Математика* введено курс «Основи комп'ютерного моделювання», вивчення якого ґрунтується на знаннях з інформатики, методів обчислень, фізики та ін.

Розглянемо комп'ютерне моделювання коливальних процесів засобами електронних таблиць MS Excel на прикладі задачі «Побудувати модель вільних незатухаючих коливань математичного маятника».

Майбутні учителі повинні уміти: створювати математичну модель фізичної системи, явища або процесу; обирати метод чисельного розв'язування математичних задач; обирати та використовувати відповідні програмні засоби для розв'язування математичних задач.

Для реалізації даної моделі студенти використовують знання з: загальної фізики (рівняння руху математичного маятника); методів обчислень (розв'язування систем диференціальних рівнянь методом Ейлера); інформатики (уміння створювати в електронних таблицях формули, будувати графіки).

Для чисельного експерименту зручно представити рівняння коливань у формі системи двох рівнянь першого порядку (у випадку малих коливань (коливань із малою амплітудою) $\sin(\theta)$ перетворюється на θ):

$$\begin{cases} \frac{d\theta}{dt} = x, \\ \frac{dx}{dt} = -\frac{g}{l}\theta \end{cases}$$

Вхідні параметри моделі:

- l – довжина нитки підвісу;
- θ_0 – початкове відхилення маятника;
- x_0 – початкова кутова швидкість.

Вхідні параметри та реалізація математичної моделі з використанням методу Ейлера (рис. 1):

	A	B	C	D	E	F
1	t	0	X		dt	0,05
2	0	5	3		g	9,8
3	=A2+\$F\$1	=B2+\$F\$1*C2	=C2+\$F\$1*(-B3*\$F\$2/\$F\$3)			
4	=A3+\$F\$1	=B3+\$F\$1*C3	=C3+\$F\$1*(-B4*\$F\$2/\$F\$3)			
5	=A4+\$F\$1	=B4+\$F\$1*C4	=C4+\$F\$1*(-B5*\$F\$2/\$F\$3)			
6	=A5+\$F\$1	=B5+\$F\$1*C5	=C5+\$F\$1*(-B6*\$F\$2/\$F\$3)			
7	=A6+\$F\$1	=B6+\$F\$1*C6	=C6+\$F\$1*(-B7*\$F\$2/\$F\$3)			
8	=A7+\$F\$1	=B7+\$F\$1*C7	=C7+\$F\$1*(-B8*\$F\$2/\$F\$3)			
9	=A8+\$F\$1	=B8+\$F\$1*C8	=C8+\$F\$1*(-B9*\$F\$2/\$F\$3)			

Рис. 1. Реалізація математичної моделі в електронних таблицях (режим відображення формул)

Результати моделювання представлено на рис. 2:

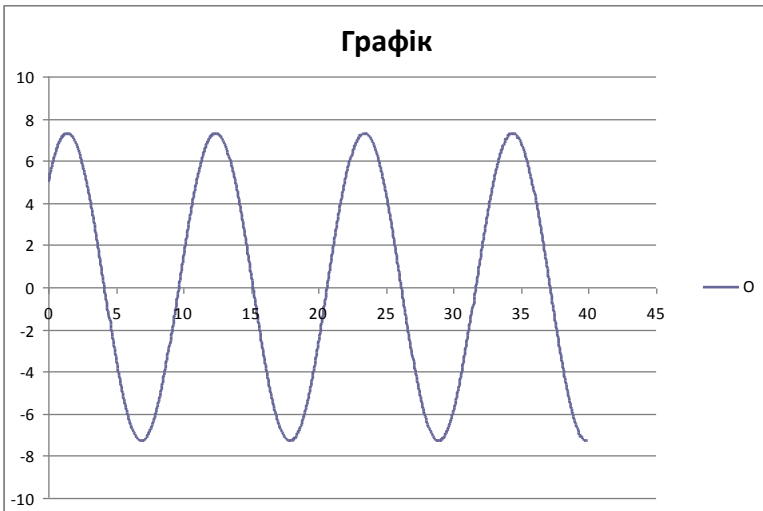


Рис. 2. Графічне представлення моделі вільних незатухаючих коливань математичного маятника

У результаті виконання таких лабораторних робіт майбутніми учителями математики та інформатики покращується їх професійна підготовка, а також посилюються міждисциплінарні зв'язки.

У подальшому можна досліджувати комп'ютерне моделювання фізичних явищ та процесів з інших розділів загальної фізики.

Список використаних джерел:

1. Сайт Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка з дистанційними курсами [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://moodle.kpnu.edu.ua/course/index.php?categoryid=24>

This article describes a computer simulation of oscillatory processes by means of MS Excel spreadsheets to prepare future teachers of mathematics and computer science.

Key words: *computer modeling, oscillatory processes, spreadsheets, teacher of mathematics and computer science.*

УДК 372.53 (07)

Ніколасв О.М., кандидат педагогічних наук, доцент

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ У СИСТЕМІ ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНЬОГО ФАХІВЦЯ

Стаття присвячена дослідженню проблеми готовності майбутнього фахівця до розв'язування фізичних задач.

Ключові слова: компетентність, предметна компетентність, методика навчання, готовність, фізична задача, фізика.

Вміння розв'язувати фізичні задачі уособлює здатність учнів застосовувати теоретичні знання на практиці є основою формування навчально-пізнавальних компетентностей учнів [6]. Процедура підбирання фізичних задач має здійснюватись за певними системами. Суть такого підбору полягає в тому, що "... система задач має охоплювати всі основні явища, поняття і закони, а задачі треба розв'язувати в порядку зростання їх складності, щоб кожна попередня задача, була певним підґрунтям для розв'язання наступної" [4, с. 45]. Необхідність вміння розв'язувати фізичні задачі майбутніми фахівцями визначається і тим, що якраз майбутню професійну діяльність людини можна представити як постійний та безперервний процес складання і розв'язування відповідних професійних задач. Це підкреслює важливість задачного підходу. На цій основі можна зробити висновок, що вміння розв'язувати фізичні задачі є необхідною професійною якістю, яка передбачає вміння розв'язувати пізнавальні (вміння вчитися), експериментальні (вміння самостійно проводити експерименти) і розрахункові задачі. Тільки на основі аналізу майбутнім вчителем вміння учня розв'язати задачу можна зробити висновок про розуміння змісту відповідних теоретичних положень [9].

У своїх попередніх дослідженнях ми виділили критерії розв'язувальної складової предметної компетентності майбутнього учителя фізики, які виглядають наступним чином: знати загальні методи та способи розв'язування фізичних задач; використовувати різні прийоми розв'язку задач; знати класифікацію задач з фізики; вміти відтворювати послідовність розв'язування задач з фізики.

Метою статті є дослідження проблеми моделювання процесу розв'язування фізичних задач в ході фахової підготовки.

Одними із основних способів вирішення фізичних задач виділяють аналітичний та синтетичний методи. Аналіз і синтез в навчанні являють собою "...застосування в навчальному процесі логічних прийомів, згідно з якими предмети і явища під час їхнього вивчення розглядаються за окремими ознаками (аналіз) і, навпаки, в єдності їхніх частин (синтез). Аналіз і синтез пронизують собою весь навчальний процес, оскільки ми-

слення учнів є аналітико-синтетичною діяльністю головного мозку" [2, С. 25].

Рішення фізичних задач на основі аналітичного методу передбачає наступні дії. Virішення задачі розпочинається з аналізу або питання, яке поставлене в задачі, або з встановлення величини, яку необхідно знайти. На основі цього аналізу встановлюється формула, використання якої дасть змогу відшукати шукану величину. Після цього, якщо є потреба, виконується рисунок. Наступна робота полягає в проведенні аналізу величин, які містяться в вихідному співвідношенні. Подальша робота полягає в виділенні невідомих величин (якщо такі є) та вираженні їх через відомі в умові величини. Такі операції проводяться до тієї пори, поки не отримують готову формулу, в якій всі величини або відомі, або є табличними (константами). Тепер можна підставити числові дані та отримати значення шуканої величини.

Така організація роботи з вирішення фізичних задач створює певні труднощі через те, що потребує формування строгої логічної послідовності в діях учня. Разом з тим, аналітичний метод сприяє розвитку логічного мислення, тому його рекомендується використовувати в ході вирішення задач в курсі фізики, зокрема старшої школи [7].

Особливість синтетичного методу (методу, який базується на синтезі) полягає в наступному. Спочатку рекомендується (при потребі) виконати рисунок для задачі. Після цього позначають та записують всі фізичні величини і формули, які використовуються в ході вирішення задачі. Наступним кроком є формування кінцевої формули та знаходження числового значення.

Основним недоліком такого способу вирішення задачі є те, що погано простежується логіка розв'язування: які величини потрібно записати, з чого починати тощо. Успішне розв'язування вимагає сформулювати аналітичний метод подумки, тому синтетичний метод в дещо прихованому вигляді завжди містить аналітичний. Разом з тим поділ на чистий аналітичний метод та чистий синтетичний метод досить умовні, "... операції аналізу та синтезу супроводять один одного та тісно переплітаються" [8, с. 324].

Загалом Атаманчук П.С. [1] структуру розв'язування фізичних задач подає наступним чином:

1. З'ясування умови фізичної задачі.
2. Здійснення аналізу та складання послідовності розв'язування.
3. Розв'язування задачі за встановленою послідовністю.
4. Перевірка відповіді задачі.

У ході виділених етапів доцільно виконувати відповідні операції: проведемо їх аналіз, наведемо орієнтовні коментарі та запитання, з використанням яких майбутній фахівець має змоделювати процес розв'язування фізичних задач. З'ясування умови задачі передбачає наступні дії: необхідно разом з учнями прочитати умову фізичної задачі та

зробити її короткий запис. Майбутній фахівець має використовувати наступне:

- Встановимо та запишемо всі дані, наведені в умові;
- Сформулюйте, що необхідно знайти?.

Наступна операція – разом з учнями проводиться переказ умови своїми словами, проводиться аналіз записаних даних та при необхідності запис їх в одиницях Міжнародної системи СІ. Можливі коментарі:

- Отже, про що йдеться в нашій задачі;
- Зараз сформулюємо умову своїми словами....

Далі встановлюємо, яке явище, процес відбувається в задачі та визначаємо доцільність наведення рисунку чи схеми. Можливі коментарі:

- Давайте опишемо, яке явище (який процес) описані в цій задачі;
- Як Ви вважаєте, чи потрібен рисунок?;
- Що має бути зображене на рисунку?
- Відтворимо на дошці рисунок (за потреби).

Наступний етап стосується здійснення аналізу та встановлення послідовних кроків розв'язування. Розпочинається цей етап з виокремлення фізичних понять, з встановлення залежності між величинами, які дані в умові задачі та величинами, які необхідно знайти. Можливі коментарі:

- Хто скаже, як пов'язані між собою виділені нами фізичні поняття (а саме);
- Давайте наведемо, як пов'язані між собою фізичні величини, наведені в умов;
- Запишемо необхідні співвідношення.

Далі за потреби проводиться виділення підзадач, при цьому коментарі використовуємо такі ж, як і наведені вище. Встановлюємо можливий шлях, який дасть можливість знайти шукану величину. Можливі коментування:

- Виведемо формулу, яка дасть змогу знайти шукану величину;
- Які невідомі величини необхідно виразити через вже відомі?;

Далі проводиться встановлення способу розв'язування фізичної задачі. Для цього при потребі складається система рівнянь, наводяться графіки. Проводимо аналіз розв'язування задачі відповідним способом. Можливі коментарі:

- Отже, виділимо спосіб, з допомогою якого будемо розв'язувати задачу;
- Як вважає (ім'я учня), достатньо даних для вирішення задачі?
- (Ім'я учня), в наведених формулах всі дані відомі?.

Наступний етап роботи вчителя передбачає розв'язування задачі. В ході його виконання потрібно виконати розв'язування виділеної формули або системи рівнянь, провести математичні операції та обчислити значення величини, як вимагає умова. Можливі коментарі:

- Як Ви вважаєте, ми отримали вірну вихідну формулу?;
- Наведемо кінцеву формулу;

- Давайте підставимо значення величин та проведемо обчислювання;
- (Ім'я учня), сформулюй, яке ми отримали числове значення;
- (Ім'я учня), сформулюй відповідь до нашої задачі.

Останній етап роботи із змістом фізичної задачі та вже отриманими числовими даними полягає в здійсненні перевірки отриманого значення та дослідження відповіді задачі. В ході цього етапу проводяться оцінка відповіді, операції із розмірностями, встановлюються інші можливі способи розв'язування, наводиться можливість експериментальної перевірки. Можливі коментарі:

- Давайте перевіримо отримані розмірності у знайденої величини;
- Хто може навести (запропонувати) інший спосіб розв'язування задачі?;
- Як можна експериментально перевірити відповідь.

Проводимо аналіз функціональної залежності між отриманими величинами, формулюємо висновки та узагальнення. Можливі коментарі учителя:

- В яких межах може змінюватись знайдене нами значення (фізична величина)?
- Давайте сформулюємо загальні висновки щодо нашої задачі.

Звичайно, наведений нами алгоритм також значної мірою може змінюватись залежно від змісту фізичної задачі. Наше завдання ми вбачаємо у формуванні в майбутнього фахівця здатності здійснювати управління діяльністю учнів при розв'язуванні фізичних задач шляхом моделювання цього процесу в ході фахової підготовки.

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. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник / С.У. Гончаренко. – К.: Либідь, 1997. – 376 с.
3. Григорчук О. М. Використання фізичних задач будівельної тематики в професійній підготовці студентів вищих навчальних закладів I-II рівнів акредитації / О. М. Григорчук, В. Д. Сиротюк // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки . – 2013. – Вип. 109. – С. 156-159.
4. Дідович М. М. Комплексне вирішення завдань навчання при розв'язуванні фізичних задач на заключних уроках теми / М. М. Дідович // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки . – 2013. – Вип. 109. – С. 45-47.
5. Засєкін Д. О. Постановка цілей навчання учнів розв'язувати фізичні задачі в профільній школі / Д. О. Засєкін // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки . – 2013. – Вип. 109. – С. 52-55.
6. Іваницька Н. А. Проблемний метод навчання як основа розв'язування учнями задач у класах фізико-математичного профілю / Н. А. Іваницька, Т. О. Герасименко // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки . – 2013. – Вип. 109. – С. 56-59.

7. Каменецкий С.Е. Методика решения задач по физике в средней школе: кн. для учителя / С.Е. Каменецкий, В.П. Орехов. 3-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1987. – 336 с.

8. Каменецкий С.Е. Теория и методика обучения физики в школе: общие вопросы: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / С.Е. Каменецкий, Н.С. Пурьшева, Н.Е. Вадеевская. – М.: Академия, 2000. – 368 ст.

9. Ляшенко О. І. Розвиток навчально-пізнавальної компетентності учнів основної школи у навчанні фізики / О. І. Ляшенко, І. В. Бургун // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки. – 2013. – Вип. 109. – С. 68-73.

The article investigates the problem of future professional readiness to solving physical problems.

Key words: *competence, subject competence, technique training, readiness, physical problems, physics.*

УДК 373.5.016:53

Осіпов В.В., аспірант кафедри МВФ і ДТОГ

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ І КОМПЕТЕНЦІЙ УЧНІВ З ФІЗИКИ

У статті представлено результати теоретичного аналізу науково-педагогічних джерел компетентнісно орієнтованої освітньої підготовки учня на різних ступенях та рівнях формування змісту шкільної фізичної освіти, а також практичного досвіду навчання фізики. Визначено сутність понять « предметна компетентність » та « компетентність ». Досліджена структура предметної компетентності з фізики учнів основної школи. Визначено сутність поняття « загальноосвітній рівень предметної компетентності учнів з фізики » як системної властивості особистості учня, яка виражається в наявності у нього міцних знань з фізики, які відповідають певному ступеню навчання, в умінні застосовувати ці знання для пояснення природних явищ і процесів.

Ключові слова: *компетентність, компетентнісно орієнтоване навчання, предметна компетентність.*

Актуальність теми. Стрімкий розвиток фундаментальної та прикладної фізики, техніки спричинює вплив на формування соціальних потреб сучасного суспільства та висуває нові вимоги до рівня шкільної фізичної освіти, модернізації традиційних методик у відповідності до сучасних освітніх технологій. Одним із основних завдань освіти в Україні, яке проголошено у Державному стандарті базової і повної середньої освіти [2], є розвиток компетентностей школярів. У цьому нормативному документі визначений перелік тих компетентностей, якими має володіти випускник загальноосвітнього навчального закладу, серед них ключові, предметні і міжпредметні компетентності. При цьому предметні компетентності формуються і розвиваються в учнів засобами конкретних навчальних дисциплін.

Фізика як навчальний предмет має широкі можливості для формування та розвитку фізичної (предметної) компетентності. Однією з можливих форм організації навчально-пізнавальної діяльності школярів, яка надає можливість вчителю формувати в учнів предметну компетентність, є навчальна практика з фізики.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз науково-методичної літератури дозволив встановити, що проблема формування та розвитку компетентностей учнів ґрунтовно досліджена: на рівні загальних положень впровадження засад компетентнісної освіти у навчальний процес (І. Бех, С. Гончаренко, В. Краєвський, І. Зимня, Е. Зеср, А. Кух та ін.); на рівні формування та розвитку ключових компетентностей (Н. Бібік, К. Крутій, О. Лебедев, В. Мендерецький, Л. Петухова, О. Хуторський та ін.), фізичної компетентності (П. Атаманчук, Л. Благодаренко, С. Величко, В. Заболотний, М. Мартинок, М. Садовий, В. Шарко, М. Шут та ін.). З'ясовано, що питання формування предметних компетентностей учнів у змісті навчання фізики стало предметом дослідження в окремих дисертаційних роботах: О.П. Пінчук розроблено систему практико-орієнтованих фізичних задач, спрямовану на розвиток усіх компонентів предметних компетентностей учнів із фізики [4, С.17]; Н. О. Гай розглядає можливість навчальної практики з фізики щодо формування предметних, міжпредметних і ключових компетентностей учнів [1, С. 33-35].

Мета дослідження: аналіз понять компетентність, предметна компетентність учнів з фізики.

Виклад нового матеріалу. Компетентність – це загальна здатність, що базується на знаннях, досвіді, цінностях, здібностях, набутих завдяки навчанню. Спільним у різних тлумаченнях «компетентності у навчанні» є акцентування на формуванні і розвитку в учнів здатності практично діяти, застосовувати досвід успішної діяльності в певній сфері [3, С. 408-409].

За дослідженнями Єрмакової Н. О. поняття «предметна компетентність» – це складна і багатоаспектна категорія, до якої входять три взаємопов'язаних структурних компоненти: когнітивний, діяльнісний, особистісний.

Когнітивний компонент передбачає оволодіння учнем основними фізичними знаннями, поняттями, законами, теоріями, методами дослідження та алгоритмами виконання певних дій.

Діяльнісний компонент передбачає здобуття учнем досвіду виконання основних видів діяльності використання набутих знань під час розв'язування завдань прикладного характеру.

Особистісний компонент передбачає виховання особистісних якостей учня, формування у нього ціннісного відношення до набутих знань та досвіду.

Вчитель має широкі можливості для формування в учнів фізичної компетентності у процесі вивчення фізики не тільки на уроці, а також під час навчальної практики.

Навчальна практика з фізики є обов'язковим і необхідним елементом навчально-виховного процесу. Вона передбачає створення умов для наближення змісту фізики до реального життя, спостереження та дослідження учнями явищ природи і процесів життєдіяльності людини, розширення світогляду школярів, підсилення практичної спрямованості навчального процесу.

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 [6]. 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.

Предметних (або спеціальних предметних) компетентностей учень набуває в процесі вивчення певного предмета протягом певного навчального року або ступення навчання. Термін «предметні компетентності» у педагогічних дослідженнях частіше за все використовують у випадках, коли розглядається здатність до аналізу і адекватних дій з позиції окремої області людської культури.

Предметна компетентність учня з фізики, в першу чергу, є ознакою високої якості його навчальних умінь, можливості установлювати зв'язки між набутими фізичними знаннями та реальною ситуацією, здатністю знаходити процедуру (метод) розв'язання, що відповідає проблемі та успішно використовувати свої уміння, сформовані протягом вивчення фізики як навчальної дисципліни. Ознайомимось з основними компонентами предметної компетентності [5].

Мотиваційний компонент предметної компетентності учнів основної школи з фізики. Науковий прогрес та зміни у світовій економіці, які відбуваються протягом останніх десятиріч, породжують необхідність введення нових технологій, завдяки яким виникають нові професії, а деякі старі відмирають.

Світоглядний компонент предметної компетентності учнів основної школи з фізики [5]. Навчання фізики набуває компетентнісного характеру, якщо акценти зміщуються з накопичення готових знань, репродуктивності мислення та «заученості» на пріоритет особистості, самостійності мислення, методологічні та світоглядні висновки, на роль Людини у сучасному Світі, на єдність з Природою, а не царювання над нею.

Змістово-процесуальний компонент предметної компетентності учнів основної школи з фізики. Основу змістово-процесуального компонента

становить якість та обсяг фізичних знань; ступінь сформованості умінь, які необхідні для досягнення позитивних результатів навчальної діяльності у процесі навчання фізики. Змістово-процесуальний компонент предметної компетентності передбачає практичну спрямованість системи фізичних знань, яка сформована в учня основної школи, а саме: наявність уміння

- розрізняти наукові факти та домисли;
- з поміж інших виділяти проблеми, які вирішуються у межах фізичних знань;
- застосовувати знання з фізики у життєвих ситуаціях для розв'язування практичних завдань;
- аналізувати та пояснювати природні явища;
- демонструвати розуміння дії побутових приладів та механізмів;
- проводити вимірювання фізичних величин;
- планувати і проводити невеликі експериментальні дослідження.

Рефлексивний компонент предметної компетентності учнів основної школи з фізики [5]. Компетентність завжди «забарвлена» якостями конкретного учня. Звернення суб'єкта навчання на самого себе, на своє розуміння предмету вивчення та уміння використовувати його для досягнення намічених цілей є невід'ємним складником його предметної компетентності з фізики.

Розвиток рефлексивного компонента предметної компетентності відбувається протягом усього навчання як під час уроку, так і при виконанні домашньої роботи. Особливе значення має діяльність учнів на контрольно-оцінювальному етапі уроку фізики. Оцінювання учнями особистісних можливостей у навчанні має пріоритетне значення.

Надзвичайно важливим є осмислення учнями особистісної значущості їхньої діяльності протягом уроку та особистісного внеску у діяльність учнівського колективу. Створення ситуацій успіху для учнів шляхом оцінювання їх навчальних досягнень з урахуванням діяльності протягом всього уроку, а не лише за кінцевим результатом, опосередковано сприяє формуванню і мотиваційного компонента предметної компетентності учнів.

Узагальнюючи вищезазначене можна сказати що ми ознайомилися з поняттям компетентність, предметна компетентність та структурою предметних компетентностей. Розглянули різні версії вивчення предметних компетентностей.

Список використаних джерел:

1. Гай Н. О. Можливості навчальної практики з фізики у формуванні компетентцій школярів / Н. О. Гай // Вісник Чернігівського ДПУ ім. Т. Г. Шевченка. – 2009. – № 65. – С. 33 – 35.
2. Державний стандарт базової і повної середньої освіти [Електронний ресурс]. – : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF>
3. Компетентність у навчанні. Компетенції [Текст] // Енциклопедія освіти / В.Г. Кремень (голов.ред.). – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 408 – 409.

4. Пінчук О. П. Формування предметних компетентностей учнів основної школи в процесі навчання фізики засобами мультимедійних технологій: автореф. дисертації на здобуття наукового ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02. / Ольга Павлівна Пінчук. – НПУ імені М.П. Драгоманова. – Київ, 2011. – 20 с.

5. Пінчук О. П. Предметна компетентність з фізики у системі спеціальних компетентностей учнів загальноосвітніх навчальних закладів / О. П. Пінчук // 36. наук, праць Кам'янець-Подільського національного ун-ту імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: П.С Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]— Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський нац. ун-т ім. Івана Огієнка, 2011. — Вип. 17: Інноваційні технології управління компетентнісно-світоглядним становленням учителя: фізика, технології, астрономія. — С. 165-167.

6. 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.

This paper presents the results of a theoretical analysis of scientific and pedagogical sources competence oriented educational training student at various stages and levels of the content of school physical education and practical experience of teaching physics. The essence of the concepts of "subject matter expertise" and "competence". The structure of subject expertise in physics secondary school pupils. The essence of the concept of "general level of subject competence of students in physics" as the systemic properties of the individual student, which is expressed in the presence of his strong knowledge of physics, which correspond to a certain level of education, the ability to apply this knowledge to explain natural phenomena and processes Main approaches to the formation of subject competences in physics and analyzed their structure. Differentiated concepts of competence and competence.

Key words: *competence, competency-oriented learning, subject competence.*

УДК 373.6 (043.3)

Панчук О.П., кандидат педагогічних наук, доцент

ДОСЛІДЖЕННЯ РИЗИКІВ ПОВ'ЯЗАНИХ З ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ЗАБРУДНЕННЯМ СЕРЕДОВИЩА В КУРСІ «БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ»

У статті розкрито проблему електромагнітного забруднення навколишнього природного середовища. Вказано небезпеку впливу на організм людини електромагнітних хвиль. Розкрито способи захисту від електромагнітних випромінювань та технологія їх вимірювання.

Ключові слова: *електромагнітні випромінювання, електромагнітне поле, небезпека, ризик, безпека життєдіяльності.*

Актуальність теми. Стрімкий розвиток фундаментальної та прикладної фізики, техніки спричинює вплив на формування соціальних потреб сучасного суспільства та висуває нові вимоги до рівня шкільної фізичної освіти, модернізації традиційних методик у відповідності до сучасних освітніх технологій. Одним із основних завдань освіти в Україні, яке

проголошено у Державному стандарті базової і повної середньої освіти [2], є розвиток компетентностей школярів. У цьому нормативному документі визначений перелік тих компетентностей, якими має володіти випускник загальноосвітнього навчального закладу, серед них ключові, предметні і міжпредметні компетентності. При цьому предметні компетентності формуються і розвиваються в учнів засобами конкретних навчальних дисциплін.

У природі і суспільстві окремі явища не існують відірвано одне від одного, вони взаємопов'язані та взаємозумовлені. Стосунки людини з природою, технікою та суспільством є багатограними й складними і охопити їх в усій повноті та глибині дуже важко. Розглядаючи основні питання безпеки життєдіяльності, використовують *модель життєдіяльності людини* (рис. 1) - спрощену систему, яка володіє сукупністю головних властивостей реального існування.

Фахівці у своїй діяльності враховують цю об'єктивну дійсність з її зв'язками та взаємовідносинами. Якщо необхідно пояснити будь-яке явище, то передусім слід розкрити причини, що породжують його. Проблема безпеки життєдіяльності людини розглядають як проблему оптимізації її життя і діяльності у системі: природна сфера - людина - техногенна сфера. Системою, яку вивчає дисципліна "Безпека життєдіяльності", є система "людина-життєве середовище". Під складовими системи розуміють не лише матеріальні об'єкти, а й зв'язки між цими об'єктами.

Застосування поняття ризик [1] дозволяє переводити небезпеку в розряд категорій, що вимірюються. Основна концепція оцінок ризику полягає у тому, щоб ідентифікувати ризики кількісно або щонайменше в порівняльному вигляді (якісно) по відношенню до будь-яких інших ризиків. Ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій стосовно природних явищ, соціальних подій, технічних об'єктів і технологій оцінюють на основі статистичних даних або теоретичних досліджень. Жоден вид людської діяльності і жодна, особливо штучна, система не можуть гарантовано вважатися абсолютно безпечними, тобто вільними від ризику. Безпека є відносним поняттям, яка припускає, що в "безпечній системі" наявність чинників ризику вважається прийнятною ситуацією.

Інтенсивний розвиток електроніки, телевізійної, радіо та комп'ютерної техніки, застосування в промисловості систем, пов'язаних

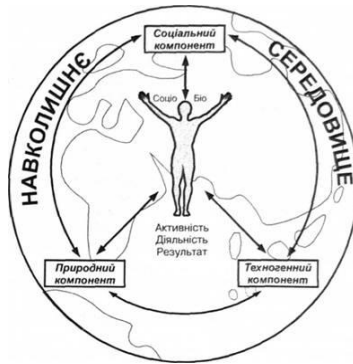


Рис. 1. Модель життєдіяльності людини в системі "Л — НС"

з генеруванням, передачею і використанням енергії електромагнітних коливань викликало забруднення природного середовища *електромагнітними випромінюваннями*.

Електромагнітне поле – це сукупність як змінного електричного, так і нерозривно з ним зв'язаного магнітного поля. Випромінювання електромагнітного діапазону при певних рівнях можуть негативно впливати на організм людини та інших живих істот, а також несприятливо впливати на роботу електричних приладів. Різні види електромагнітних полів мають різний фізіологічний вплив. На практиці виділяють різні діапазони електромагнітних хвиль: ВЧ- і СВЧ-випромінювання, лазерне випромінювання, електричні і магнітні поля промислової частоти від високовольтного обладнання та ін.

Джерела електромагнітних полів (ЕМП) можуть бути природного та антропогенного характеру.

До *природних джерел* належать: Земля, Сонце, Космос. Електричне поле Землі має середню напруженість $E = 130$ В/м. Менша напруженість у полюсів, більша – у екватора. До цих вічно існуючих полів і випромінювань адаптувалося усе живе [1].

Штучними джерелами випромінювань є потужні радіотелевізійні станції, станції мобільного зв'язку, недосконалі комп'ютери, мобільні телефони, електротранспорт, електростанції, мікрохвильові печі, телевізори, електроплити, праски, холодильники, а також будь-які елементи, що підключені до електромережі. Одним з найбільш могутніх джерел електромагнітних випромінювань є лінії електропередач. Рівень інтенсивності випромінювань від цих джерел, в зв'язку з зростом їх кількості та потужності, в теперішній час різко виріс. ЕМП мають енергію і поширюються у вигляді *електромагнітних хвиль*. Параметри електромагнітних хвиль: довжина хвилі, частота коливань, швидкість поширення. Мірою вимірювання забруднення електромагнітними полями є *напруженість* (В/м) [1].

Ступінь впливу електромагнітних випромінювань на організм людини залежить від діапазону частот, інтенсивності впливу, тривалості опромінення, характеру випромінювання, режиму опромінення, розмірів поверхні тіла, яка опромінюється та індивідуальних особливостей організму.

Змінне електричне поле викликає нагрів тканин людини за рахунок зміни поляризації молекул і атомів, які складають клітини, а також за рахунок появи струмів провідності. Внаслідок чого відбувається небезпечний нагрів різних тканин та рідини. Надмірне тепло наносить шкоду окремим органам і всьому організму людини. *Теплова дія* характеризується підвищенням температури тіла або локалізованого нагріву тканини. Перегрівання особливо шкідливе для органів та тканин в які мало потрапляє крові та інших рідин організму (очі, мозок, нирки, шлунок, жовчний міхур). Це може призвести до необоротних наслідків (зміни структури

кліток, омертвляння тканин, крововиливи та інші). Ураження очей викликає катаракту і втрату зору.

У результаті *біологічної дії* завдається шкода нервовій системі, виникає головний біль, розвиваються неврози, безсоння, знижується точність рухів, з'являється порушення в системах і органах (шлунку, печінки, селезінки, підшлункової залози), функціональні зсуви в діяльності різних систем: психічної (порушується сприйняття і використання інформації про навколишню дійсність, викликає слухові галюцинації), серцево-судинної, ендокринної, кровотворної систем. Також порушується ритм дихання, фіксуються зміни показників білкового та вуглеводного обміну, змінюється морфологічний склад крові, фіксуються порушення на клітинному рівні. З ростом інтенсивності проявляється вплив на умовно-рефлекторну діяльність, клітини печінки, репродуктивну функцію та обмін речовин. Підвищення тиску, викликає зміни у корі головного мозку [2].

Критерієм безпеки перебування людини в електромагнітному полі промислової частоти є напруженість поля. Електричне поле струмів промислової частоти характеризується напругою 400 кВ і вище.

У таблиці 1 наведено норми часу перебування людини в безпечність за умови, якщо в основний час доби на людину не буде впливу електричного поля напруженістю більше 5 кВ/м.

Таблиця 1

Вплив електричного поля на людину

Напруженість електричного поля, кВ/м	Час перебування людини в електричному полі протягом 1 доби, хв
Менше 5	Не нормовано
Від 5 до 10	Не більше 180
Більше 10 до 15	Не більше 90
Більше 15 до 20	Не більше 10
Більше 20 до 25	Не більше 5

Рівень напруженості магнітного поля на робочому місці, виходячи із санітарних вимог, не повинна бути більшим за 8 кВ/м. При перевищенні допустимого рівня дії електричного поля на організм людини можуть виникати професійні захворювання. Для запобігання захворювань, які виникають під впливом ЕМП, розроблені на основі медикобіологічних досліджень санітарні норми та правила щодо радіотехнічних і електротехнічних об'єктів. Вони регламентують також умови експлуатації з метою охорони населення від шкідливого впливу випромінювань.

Для захисту людини від дії електромагнітних опромінювань застосовуються різні засоби і заходи захисту: захист часом, відстанню, зменшення випромінювання безпосередньо в джерелі випромінювання, встановлення санітарних кордонів навколо джерела, дистанційний контроль і керування в екранованому приміщенні, медичні огляди, додаткова відпустка, скорочені робочі дні, застосування засобів індивідуального захисту.

Одним з найбільш ефективних методів захисту від низькочастотних і радіовипромінювань є екрани. Для екранів використовують, в основному, матеріали з високою електричною провідністю (мідь, бронза, алюміній і його сплави тощо). До заходів щодо зменшення впливу електромагнітних полів слід віднести облаштування вздовж ліній електропередач спеціальних охоронних зон.

Для *індивідуального захисту* застосовується спецодяг із металізованої тканини у вигляді комбінезона, халата, захисної куртки з капюшоном.

Існують національні і міжнародні гігієнічні нормативи рівнів ЕМП, залежно від діапазону. В Україні діють санітарні норми і правила виконання робіт в умовах дії електричних полів, які встановлюють норми допустимої напруженості електромагнітних полів. Допустимі рівні випромінювання базових станцій мобільного зв'язку у деяких країнах помітно розрізняються: Україна: $2,5 \text{ мкВт/см}^2$ – (найжорсткіша санітарна норма в Європі); Росія, Угорщина: 10 мкВт/см^2 ; США, Скандинавські країни: 100 мкВт/см^2 .

Для дослідження електромагнітних випромінювань під час практичних робіт з безпеки життєдіяльності ми використовуємо портативний цифровий детектор електромагнітних хвиль DT-1130 (рис. 2).

Цей пристрій – найостанніша модель установок для вимірювання електромагнітного випромінювання.

Прилад може бути використаний для виявлення електромагнітного випромінювання у приміщеннях, офісах, для контролю промислових об'єктів, для дослідження комп'ютерної техніки, електричних дротів під напругою, побутової техніки, для виявлення випромінювань мобільного та радіотелефону, копіювальних машин, телевізорів, факсів, холодильників.

Дисплей має три рідкокристалічних індикатори. Діапазон вимірювань: низькі частоти: 5 Гц – 400 кГц, високі частоти: 30 МГц -2000МГц. В низькочастотному діапазоні (5 Гц – 400 кГц) вимірювання проводять у В/м, а високочастотному – у $\mu\text{Вт/см}^2$. Час вимірювання інтервалів: 0,4 секунди.

Відомо, що допустимі рівні напруженості (густини потоку потужності) електромагнітних полів згідно «Міждержавних санітарні норми допустимих рівнів фізичних чинників при застосуванні товарів народного



Рис..2. Електромагнітний детектор

споживання в побутових умовах», не повинні перевищувати значень, приведених в табл. 2.

Таблиця 2

Допустимі рівні електромагнітних полів					
Діапазони частот	0,3-300 кГц	0,3-3 МГц	3-30 МГц	30-300 МГц	0,3-30 ГГц
	Напруженість електричного поля				Густина потоку енергії
Допустимі рівні	25 В/м	15 В/м	10 В/м	3 В/м	10 мкВт/см ²

Оскільки, сьогодні основними джерелами високочастотної енергії в середовищі, де проживає людина, є радіо- та телепередаючі центри та станції мобільного зв'язку, то періодично повинні проводитись вимірювання напруги електромагнітних полів як на території радіостанцій, так і в житлових зонах, що знаходяться поблизу передаючих антен. При перевищенні граничнодопустимих значень необхідно здійснювати комплекс захисних заходів: екранування житлових будинків, зміна направленості антен, зниження потужності передавача. Якщо ці заходи будуть недостатніми, то виникає необхідність винести радіостанцію за межі населеного пункту. Разом з цим передбачається екранування територій забудівлями з великим вмістом залізобетонних конструкцій (інтенсивність випромінювання знижується в 1,5...2 рази); багаторядна посадка зелених насаджень (при ширині 15...20 м забезпечується зниження інтенсивності випромінювання на 10...15%).

Список використаних джерел:

1. Безпека життєдіяльності (теоретичні основи та практичний курс): *Навчальний посібник.* / П.С.Атаманчук, В.В.Мендерецький, О.П. Панчук, Р.М.Білик. – Кам'янець-Подільський, 2014. – 208 с.
2. Безпека життєдіяльності (теоретичні основи) : Навч. посібник / П.С.Атаманчук, В.В.Мендерецький, О.П.Панчук, О.Г.Чорна. – К. : Центр учбової літератури, 2011. – 276 с.

The article deals with the problem of electromagnetic pollution of the environment. The specified hazard effects on the human body-romahnitnyh electrical waves. Reveals how to protect against electromagnetic radiation-wan and technology of measurement.

Key words: *electromagnetic radiation, electromagnetic field, non-security, risk, safety of life.*

Поведа Т.П., кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри МВФ і ДТОГ

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ У ВИКЛАДАННІ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ НА ПЕДАГОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЯХ УНІВЕРСИТЕТУ

У статті описано нетрадиційні прийоми організації навчання з безпеки життєдіяльності в університеті під час практичних та семінарських занять. До них віднесено прийоми взаємодіючого навчання і навчання, що ґрунтується на досвіді студента. Важливою умовою дієвості знань з безпеки життєдіяльності є впровадження у навчання ролевих ігор та ситуаційних завдань.

Ключові слова: інноваційний підхід, безпека життєдіяльності, ситуаційні задачі, нетрадиційні методи роботи в групах.

В умовах особистісно орієнтованого навчання фізики важливість здійснення управлінських впливів полягає у цілеспрямованому забезпеченні особистісно діяльнісних орієнтацій відповідно до схеми: мета → об'єктивно-предметні умови досягнення мети → цільова програма → оцінка проміжних та кінцевих результатів → корекція [1; 2], що слідує з проведеного аналізу міркувань щодо управління процесом навчання, викладених у працях Н.Ф. Талізної, Е.І. Машбиця, Т.В. Габай [3] та інших.

Перед сучасною вищою школою стоїть головне завдання – всебічний розвиток особистості, адже саме це в перспективі визначає розвиток суспільства в цілому. Сьогодні актуальними є створення нових освітніх технологій, які сприяють загальному розвитку студентів, формуванню її світоглядної культури, індивідуального досвіду та творчого потенціалу.

Модернізація освітньої системи України полягає у впровадженні у навчальний процес вищих навчальних закладів інноваційних педагогічних технологій і методів. Сучасна психолого-педагогічна наука та практика використовують термін «інноваційна діяльність», який означає оновлення технологій навчання та перебудову особистісних установок викладача. Такою сучасною засадою є розуміння навчального процесу як діалогу особистостей – викладача й студента, які є суб'єктами процесу педагогічної дії. У навчальному процесі вищого навчального закладу активно використовуються діяльнісні методики, а також технології, спрямовані на візуалізацію інформації, методика укрупнення дидактичних одиниць, ігрові методики.

Особливої актуальності в навчально-виховному процесі набуває створення розвивальної ситуації. Основним функціональним полем розвивальної ситуації в університеті є аудиторні та практичні заняття, де взаємодіють викладач та студент. Як показує практика, традиційний підхід до встановлення мети, змісту та методики навчання дає низьку ефективність. В повсякденному житті людина зіштовхується не стільки з окремими об'єктами, скільки з цілісними життєвими завданнями – про-

блемами, розв'язання яких і складає зміст життєдіяльності. В сучасних освітніх технологіях інноваційні процеси носять дискретний, циклічний характер, тісно пов'язаний з життєвим циклом нововведення. Одним із шляхів вирішення проблем безпеки життєдіяльності людини є формування нового мислення, що спрямоване на зміну підходів щодо визначення мети, шляхів і методів розвитку цивілізації як необхідного чинника виживання людства. Оскільки все починається з людини, тому потрібний системний підхід у формуванні свідомого ставлення кожного до власної безпеки та відповідна освіта. Ця освіта має бути послідовною, поетапною і безперервною, причому, на новому, якісно оновленому рівні. Одним з етапів цієї освіти є вивчення навчальної дисципліни «Безпека життєдіяльності» у вищих навчальних закладах. Особливістю вивчення дисципліни є те, що її викладають на першому курсі, здебільшого у першому семестрі, тому крім особливостей вивчення накладаються проблеми адаптації студентів-першокурсників до навчання у вищих навчальних закладах.

Проблема безпечної життєдіяльності людини не може бути якісно розв'язана тільки шляхом технологічних інновацій. Для цього потрібні загальнотеоретичні знання принципів безпеки, дії небезпечних факторів, умов їх проявів, що особливо важливо для фахівців. Новий етап у становленні методології викладання “Безпеки життєдіяльності” у вищих навчальних закладах започаткувало затвердження Концепції освіти з напрямку “Безпека життя і діяльності людини”. Теоретичний матеріал та завдання для практичних дій студента під час вивчення дисципліни широко представлені у сучасних навчальних посібниках з безпеки життєдіяльності [1; 2; 3]. Проте, важливу роль на заняттях відіграє власна діяльність студента з перетворення об'єкту пізнання, яку вміло має організувати викладач.

За даними американських учених (піраміда засвоєння знань у залежності від виду діяльності) під час лекції студент засвоює всього 5% матеріалу, під час самостійного читання – 10 %, під час роботи з відео- та аудіоматеріалами – 20 %, під час демонстрації – 30 %, під час дискусії – 50 %, під час практики – 75 %, а коли студент навчає інших чи відразу застосовує знання – 90 %. Особлива цінність інноваційного навчання в тому, що студенти навчаються ефективній роботі в колективі. Інноваційні методи навчання скомпонували низку цікавих, раніше невідомих студентам правил. Наприклад: кожна думка важлива; не бійся висловитись; ми всі – партнери; обговорюємо сказане, а не людину; обдумай, сформулуй, висловлюй; кажи чітко, ясно, аргументовано; вислухав, висловився, наводь тільки обґрунтовані докази; умій погодитись та не погодитись, пояснивши чому.

Під час проведення практичних занять з БЖД ефективно себе зарекомендували навчальні диспути чи дискусії, «мозковий штурм», рольові ігри, ситуаційні ігри. Всі вони відносяться до взаємодіючого навчання і

такого, що ґрунтується на досвіді студента. Але найефективнішими і дієвими є ті, що допомагають студентам в процесі вирішення ситуаційних завдань скласти логічний ланцюжок їх розв'язання та отримати на виході розуміння розв'язку очікуваного результату. Поставлені завдання повинні бути пов'язані із реальним життям та надавати студентам практичні уміння і навички. Під час проведення практичного заняття ми застосуємо прийом «рольової гри» та різні форми роботи (групову, парну, індивідуальну). Студенти також пишуть короткі повідомлення на різні теми, реферати пишуть за бажанням. На практичному занятті студенти переглядають відеоповідомлення із необхідною інформацією, за слуховують завдання, захищають свої роботи, відповідають на тести та короткочасні диктанти.

Однією з форм активних методів навчання є також розв'язання ситуаційних завдань, які широко використовуються в практиці педагогічного процесу взагалі та в навчальному процесі зокрема. Так, під час вивчення теми «Надання першої медичної допомоги під час надзвичайних ситуацій різного типу», після ознайомлення студентів з загальними відомостями про надання першої медичної допомоги [4] у різних надзвичайних ситуаціях, вони приступають до виконання ситуаційних завдань. Кожне завдання описує ситуацію одержання людиною травми. Потрібно класифікувати травму (в залежності від виду діяльності постраждалого, за ступенем важкості, залежно від факторів, що впливають, за формою прояву) і розробити стратегію надання першої медичної допомоги потерпілому в даній ситуації. Варіанти завдання видаються викладачем і можуть обговорюватись у ланках (табл. 1).

Ситуаційні завдання для надання допомоги потерпілому.

Таблиця 1.

Ситуаційні завдання	
№ з/п	Опис ситуації
1	Травма голови від гострого предмета. Рана кровоточить. Свідомість присутня. Потерпілий марить.
2	Перелом руки і стегна в результаті падіння з висоти. Перелом закритий, сильний біль, підвищена гіврливність постраждалого.
3	Ушкодження рук гострим різальним інструментом. Сильна венозна кровотеча. Шок.
4	Хімічний опік обличчя. Неглибокі рани на тілі в результаті падіння. Втрата свідомості.
5	Глибокі рвані рани в результаті укусу людини бездомною собакою. Закритий перелом руки в результаті падіння.
6	Термічний опік другого ступеня обох ніг. Відсутність свідомості. Сильний біль.
7	Отруєння чадним газом. Дихальна діяльність пригнічена.
10	Обмороження ніг третього ступеня. Відсутність чутливості пальців ніг. Сильний біль

У процесі своєї громадської чи виробничої діяльності людина найбільше зустрічається з стандартними життєвими ситуаціями, рідше з критичними та екстремальними ситуаціями. Кожна з названих ситуацій має

різну навчальну цінність. Так, періодична повторюваність стандартної ситуації дає змогу якнайкраще відпрацювати виникнення стереотипної поведінки чи вміння приймати стандартні рішення. Тому, перед проведенням занять варто знайомити студентів з ситуацією і переліком питань щодо ситуації, що розглядається. На заняттях за відповідями на ці питання, студенти розробляють план дій, проекти рішень і прогнозують кінцевий результат.

При розгляді ситуації необхідно опрацювати питання загальні до всіх варіантів (“Як ви оцінюєте, що сталося у даній ситуації?”, “Які помилки допущені у цій ситуації?”) та низку специфічних запитань та завдань, що впливають з теми та змісту ситуації. Ефективність заняття є значно вищою, коли використовуються відеосюжети, різноманітні зображеннями, записи бесід та інтерв’ю, добірки фотодокументів, схем, діаграм, плакатів, тощо. Загальний алгоритм проведення такого заняття:

1. Вступ в проблему (10-15 хв.). Тут обґрунтовується актуальність проблеми, розкривається її складність, соціальне та економічне значення, зв’язок з різними аспектами життя.

2. Постановка задачі (3-5 хв.).

3. Групова робота над ситуацією(30-35 хв.).

4. Дискусія (20-25 хв.). Обговорення точок зору на рішення проблеми, дається оцінка результатів, вибір найкращого рішення для даної ситуації.

5. Підсумкова бесіда (15-20 хв.). Викладач виділяє загальний позитивний результат колективної роботи над ситуацією, оцінює правильність прийнятих рішень, обґрунтовує оптимальний підхід до ситуації.

Однією з найбільш цікавих форм проведення практичних занять такого характеру є так званий традиційний “ланковий метод”, який на сьогодні трансформувався у “метод роботи в групах”. Такі заняття корисно проводити на першому курсі навчання, оскільки студенти ще не дуже знайомі між собою. Саме на такому занятті вирішуються не тільки освітні, а й виховні цілі з згуртування їх як членів колективу, що допомагає в їх майбутній корпоративній діяльності. Тему теж вибираємо таку, матеріал якої дещо відомий студентам (частково вивчався в школі, є популярним чи загальновідомим), оскільки на цьому занятті метою є не тільки засвоєння навчального матеріалу з заданої теми, а вихід на новий творчий рівень вивчення даної теми. За весь курс вивчення дисципліни таке заняття проводиться один раз. Це пов’язано з тим, що метою такого заняття є обов’язкове засвоєння навчального матеріалу усіма учнями, але опитування конкретно кожного з студентів з певного питання за планом семінарського заняття не передбачається. Студенти готують відповіді на запитання у довільній формі, як вони вважають за потрібне. Цікавим є поділ студентів на групи. Вони формуються не за бажанням чи вподобанням студентів, а випадково. Усім студентам групи присвоюється свій порядковий номер з яких формуються групи за номерами (разом сідає група за №1; потім через ряд – група №2 і т. д.). Таким чином студенти

ближче знайомляться з членам групи, який виконує роль “мініколективу”, сформованого в процесі спільної роботи над питаннями. Викладач зачитує кожній групі своє завдання, яке відповідає запитанню за планом семінарського заняття. Також студентам повідомляється час, який відводиться на взаємну підготовку (15 хв.) Цього часу достатньо, бо він повинен бути використаний на продумування форми подачі цього матеріалу, а вивчається він кожним студентом вдома (тема задається, як на звичайному занятті – наперед). Крім цього викладач попереджає, що з початком виступу першої групи всі решта припиняють будь-яке обговорення і слухають виступ колег та при потребі доповнюють його. Кожна група в кінці свого виступу робить коротенький висновок з свого питання.

Незважаючи на зазначені позитивні характеристики групової форми роботи, підміняти нею інші форми навчання (індивідуальну, фронтальну), а також абсолютизувати її було б великою помилкою. Реальний навчальний процес з безпеки життєдіяльності має поєднувати різні форми навчальної діяльності студентів.

Список використаних джерел:

1. Безпека життєдіяльності та охорона праці (практичний курс): навчально-методичний посібник. Видання 2-ге, стереотипне / Атаманчук П.С., Мендерещкий В.В., Панчук О.П., Чорна О.Г. – Кам'янець-Подільський: «Думка», 2013. – 136 с.
2. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти України I-IV рівнів акредитації / Желібо Є.П., Заверуха Н.М., Зацарний В.В. (За ред. Є.П. Желібо). – К.: Каравела, 2008. – 328 с.
3. Джигирей В.С., Жидецький В.Ц. Безпека життєдіяльності. Підручник / В.С. Джигирей, В.Ц. Жидецький. – Львів: Афіша, 2009. – 256 с.
4. Коденко Я. В. Основи медичних знань: навч. посіб. для 10-11 кл. серед. загальноосвіт. шк. / Я. В. Коденко. – К.: Арт-Освіта, 2004. – 159 с.

This article describes new methods of organizing learning in the classroom at the university. These include methods of teaching, which is based on the experience of the student. An important condition for the effectiveness of knowledge of health and safety is the implementation of a training role plays and case studies.

Key words: *innovative approach, life safety, situational problems, unconventional methods of working in groups.*

УДК 37.014.6

Предиткевич М.М., навчальний майстер кафедри МВФ і ДТОГ

ОСНОВНІ ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ВПЛИВІВ У ОСОБИСТІСНО-ОРІЄНТОВАНОМУ НАВЧАННІ ФІЗИКИ

У статті розкривається суть особливостей здійснення управління навчально-пізнавальною діяльністю у процесі навчання фізики через контроль, коригування, ліквідацію прогалин у знаннях, через виконання експериментальних завдань еталонного рівня та досягнення прогнозованого еталонного рівня якості знань.

Ключові слова: управління навчально-пізнавальною діяльністю, особистісно орієнтовне навчання, особистісно діяльнісні вимірники якості знань, управління, навчання, залучення.

В умовах особистісно орієнтованого навчання фізики важливість здійснення управлінських впливів полягає у цілеспрямованому забезпеченні особистісно діяльнісних орієнтацій відповідно до схеми: мета → об'єктивно-предметні умови досягнення мети → цільова програма → оцінка проміжних та кінцевих результатів → корекція [1; 2], що слідує з проведеного аналізу міркувань щодо управління процесом навчання, викладених у працях Н.Ф. Тализіної, Е.І. Машбиця, Т.В. Габай [3] та інших.

Феномен якості фізичної освіти органічно пов'язаний зі світоглядними та методологічними аспектами фізичного знання, а отже, набуває особистісно орієнтованого "забарвлення". Правомірність такої тенденції обґрунтовує ряд вітчизняних та зарубіжних науковців-методистів. Однак, на шляху до результативного навчання фізиці та якісної фізичної освіти необхідно здійснити масштабний і глибокий моніторинг переходу, від інформаційно-репродуктивних до особистісно-орієнтованих (пошуково-креативних) схем навчання. Тільки за умови виявлення впливу характерних чинників [1] на формування стандартів змісту та освітнього середовища фізичної освіти, а також внаслідок забезпечення надійного коригування, регулювання та управління пізнавальною діяльністю учнів (студентів), можна сподіватись на вироблення ефективних методик і технологічних розв'язок у реальному навчанні фізиці.

Звернемо увагу [2] на окремі теоретичні викладки та відповідні технологічні, версії стосовно розв'язання двох взаємопов'язаних проблем: прогнозування та управління в особистісно орієнтованому навчанні фізиці. Як відомо [1;3], процедура прогнозування у будь-якій сфері людської діяльності завжди орієнтована на трьохкомпонентну структуру: **глобальна мета діяльності → план (стандарт) діяльності → управління.**

Не може бути дієвим прогноз, побудований на розпливчастому поданні а, тим паче, за відсутності, хоч якого-небудь елемента цієї структури. Водночас немислимо що-небудь прогнозувати, якщо не визначені

пріоритети в тій чи іншій сфері діяльності та відсутні умови для розгортання пріоритетних видів діяльності. Стосовно освітньої сфери, виходимо з того [2], що ідейно теоретичну передумову **прогнозування** в освіті складає **освітня доктрина, як теоретично обґрунтована система поглядів, задумів, установок, цінностей та норм, що є визначником освітніх пріоритетів та механізмів їх впровадження на державному рівні.**

Оволодіння методологією пізнавальної діяльності збільшує пошукову активність і забезпечує здатність учня (студента) цілеспрямовано і доцільно управляти своїм навчанням. Цього можна досягти тільки на основі суспільної нормативно-ціннісної системи, яка і дає можливість проектувати об'єктивні еталонні вимірники якості знань, що й складає належну передумову для самоконтролю та управління. Таким чином, сучасний підручник з фізики матиме ознаки посібника з програмованого навчання та технологічно виражатиме у собі ідею алгоритмізації навчання в аспекті управління цим процесом [2]. В цілому ж підручникам нового покоління, в умовах особистісно орієнтованого навчання, стануть властивими такі якості: методологічність, управління результатами навчання, науково-популярний (привабливий) стиль викладу навчального матеріалу.

Управління процесом навчання поєднує у собі два взаємопов'язані процеси: організацію діяльності учня і контроль цієї діяльності. *Об'єктом управління* в навчанні виступає учень(студент) (як керована і самокерована система); *об'єктом контролю* навчально-пізнавальна діяльність цього учня; *предметом управління* є процес отримання учнем запланованого результату навчання; *предметом контролю* — протікання процесу навчально-пізнавальної, зорієнтованого на запланований результат. Фактично йдеться про управління активною системою (людина), здатною до самоконтролю, самоуправління та самоосвіти, тобто — ідеальною кібернетичною системою.

Ідеалізований результат дії такої схеми — управлінські функції учителя, поступово вичерпуючись (потреба у зовнішньому управлінні зникає), переводять навчання фізики у план саморегульованого протікання, тобто — самоуправління і самоосвіти. Однак, при цьому, орієнтуючись на еталонні вимоги необхідно дотримуватись низки технологічних розв'язок, легко забезпечуваних в умовах особистісно орієнтованого навчання. Нами обґрунтовано [2; 3], що у навчанні фізики досягнення прогнозованих результатів забезпечується такими основними управлінськими розв'язками: **установка, залучення, навіювання відношень.** Зупинимось на короткому описі кожного з управлінських впливів.

Як відомо [4], **установка** — це ступінь розвитку психіки, що передуює свідомості, це — готовність, сформована на підсвідомому рівні, до певної активності. Для виникнення **установки** досить двох елементарних умов — якої-небудь актуальної потреби у суб'єкта і ситуації її задоволення. Спрацювання **механізму психологічної установки** у навчанні,

таким чином, можливе за умови приведення у відповідність пізнавальних можливостей з пізнавальними потребами учня.

Китайська мудрість стверджує: “Скажи мені — і я забуду; покажи мені — і я запам’ятаю; залучи мене — і я навчусь”. Головна ідея цього висловлювання, — “залучи мене”, — підсилюється результатами психолого-фізіологічних досліджень, у яких доведено: тільки те, що пройшло через власну моторну чи мислительну діяльність формує на раціонально-почуттєвому рівні певний досвід індивіда, тобто залучення.

Отже, якщо забезпечувати управлінські впливи у особистісно орієнтованому навчанні фізики це позитивно впливає на розвиток творчих і теоретичних здібностей учнів (студентів), а також на їх інтерес до предмету, що не мало важливо, так як на сьогоднішній час гостро постає проблема заохочення молоді до навчальної діяльності.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Управління процесом навчально-пізнавальної діяльності / П.С. Атаманчук. – Кам’янець-Подільський: К-ПДП, 1997. – 136 с.
2. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики / П.С. Атаманчук. – Кам’янець-Подільський: К-ПДП, 1999. – 174 с.
3. Атаманчук П.С. Тематичні завдання еталонних рівнів з фізики (9-11 класи): Навчально-методичний посібник / П.С. Атаманчук, А.М. Кух — Кам’янець-Подільський: К-ПДПУ, 2001. — 76 с.
4. Управление познавательной деятельностью учащихся: Сборник статей / Под редакцией П.Я. Гальперина, Н.Ф. Талызиной. – М.: МГУ, 1972. – 262с.

The article reveals the essence of the implementation of management training and cognitive activity in learning physics through monitoring, adjusting, closing the gap in knowledge through the performance of experimental tasks reference level and achieve the projected reference level knowledge.

Key words: *management training and cognitive activity, personality tentative learning, learner activity-measuring instruments as knowledge management, suggestion involvement.*

УДК 378.016

Пташнік Л.І., кандидат педагогічних наук, доцент

ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТРУДОВОГО НАВЧАННЯ ДО ТЕХНІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

У статті дається спосіб перевірки готовності майбутніх учителів трудового навчання до технічного моделювання на основі виконання технічних завдань.

Ключові слова: *технічне завдання, технічне моделювання, дидактичні засоби, проект, технологія, складність завдання.*

Система підготовки спеціалістів в Україні розвивається і вдосконалюються, виходячи із двох специфічних функцій цієї системи. По-перше, вона виконує економічну, продуктивну функцію, тобто забезпечує відт-

ворення висококваліфікованих елементів сукупної робочої сили суспільства, готує фахівців з різних спеціальностей та напрямків і тим самим сприяє розвитку продуктивних сил. По-друге, вона реалізує і соціально-політичну функцію – задовольняє духовні, інтелектуальні потреби людини, сприяє всебічному розвитку особистості.

Процес навчання студентів здійснювався з використанням розроблених нами дидактичних засобів і дотриманням системи вимог, які задовольняли такі умови:

- вироби, що виготовляються повинні мати суспільно корисну цінність і сприяють формуванню в студентів технічних умінь з моделювання і виготовлення об'єкту у такому порядку: проектування, виготовлення і налагодження об'єкту праці (завдання технологічного характеру);

- зміст задач має забезпечувати інтелектуальну активність студентів, і включати наступне: проектування за задумом, нестереотипні за змістом технічні завдання, завдання, що допускають декілька способів розв'язування, завдання з наявністю творчих елементів;

- завдання розраховані на початковий рівень умінь і знань студентів мають містити найширшу інформацію щодо охоплення певної кількості пізнавальних чинників, завдання на просторове уявлення технічних, статичних і динамічних об'єктів;

- задачі, які допомагають усвідомити професійну значущість сформованих умінь і знань: створення виробів для побуту; завдання на конструювання технічних пристроїв з яскраво вираженою функцією (прості виробу домашнього вжитку, дитячі іграшки, меблі прості за конструкцією та інші); завдання, що передбачають формування у студентів педагогічних умінь з навчання школярів виготовленню виробів, запропонованих програмою.

Вищезгадані пізнавальні задачі розв'язувались в процесі проектно-технологічної діяльності студентів з технічного моделювання.

Складність завдання мала об'єктивний характер і обумовлювалась ступенем алгоритмізації прийомів виконання окремих операцій або всього завдання загалом, кількістю елементів, що склали функціональну частину, а також технологічністю виробу, тобто можливістю виконання його в даних конкретних умовах.

Для визначення початкового рівня умінь і знань студентів застосовувався метод тестування.

Складність завдання на конструювання визначалось за сумою конструкційних елементів і деталей, з яких складалась та чи інша технічна модель. Кількісно складність завдання підраховувалась підсумовуванням числа з'єднань всіх деталей і елементів виробу та кількості саморобних деталей. На саморобні деталі, а також деталі, що переробляються з інших деталей, вводився коефіцієнт складності, рівний 2. На механічні пристрої – деталі сполучення, ковзання, рухи, що вимагали технологічних операцій, вивчених студентами на заняттях з технології конструк-

ційних матеріалів, визначався коефіцієнт 2. На деталі, що нерухомо з'єднуються вводився коефіцієнт 1,5. На деталі, які мали з'єднання з підвищеною вимогою точності виготовлення, - коефіцієнт 3. На деталі, що вимагають розробки конструкції за запропонованим задумом (у описі, інструкції), - коефіцієнт – 4. На деталі без запропонованої інструкції, що вимагають самостійного технологічного розв'язання, створення оригінальної конструкції визначався коефіцієнт складності 5 і більше.

Показник складності окремого технічного завдання визначали за формулою:

$$C = \frac{\sum n \cdot m}{KT},$$

де C – показник складності завдання; $\frac{1}{K}$ – коефіцієнт суб'єктивної складності (K — рівень підготовленості студента); Σn — сума деталей що використовуються в з'єднанні; m – кількість з'єднань; T – час, відведений на виконання технічного завдання.

При відборі технічного завдання ми звертали увагу і на ступінь зацікавленості студента в його виконанні. Якщо, зацікавленість студента була висока, то і навчальне завдання – складніше.

Для виявлення необхідного рівня конструктивно-технічних знань і умінь проводилася співбесіда з кожним студентом і використовувалися тести для встановлення початкового рівня конструктивно-технічних умінь.

У вивченні підготовленості студентів застосовувався метод факторного аналізу, при якому були виявлені окремі компоненти, складові уміння вирішувати технічні завдання. Крім того, застосовувався метод оцінки загального комплексу умінь студентів у вирішенні нестандартних технічних завдань.

Для виявлення підготовленості студентів використовувалася система технічних завдань, що вирішуються усно і що включають основні специфічні уміння і знання, необхідні для технічного конструювання. Всі завдання складені на навчальному матеріалі і вимагають від студентів певного рівня просторового уявлення статичних і динамічних об'єктів, уміння читати прості кінематичні і електричні схеми, уміння скласти з відомих елементів просту схему із заданою функцією, тобто вимагають від студентів наявності необхідних технічних знань, умінь і технічної кмітливості.

Для вивчення рівня самостійності студентів в процесі технічного моделювання здійснювалось порівняння кількісними результатами тестування з показниками рівня самостійності при виконанні ними навчальних завдань. Рівень самостійності проектно-технологічної діяльності оцінювався за стобальною шкалою. Підсумковий результат здійснювався на кожному етапі роботи студента.

Балом 100 оцінювався рівень діяльності, коли студент в процесі роботи над проектом проявив повну самостійність і запропонував оригінальне рішення. Новизна в даному випадку може мати суб'єктивний характер.

Балом 80 оцінювалась повна самостійність при здійсненні проектування виробу, але без пред'явлення оригінальних рішень.

60 балів виставлялось за рішення, яке вимагало допомоги з боку викладача або іншого студента. Але допомога полягала в словесній евристичній підказці, не вказуючи прямо, як вирішити ту або іншу проблему. Наприклад, викладач пропонує студентові вирішити простіший варіант завдання з подальшим його ускладненням, уявивши ідеальний результат рішення задачі, а потім конкретизувати рішення стосовно існуючих умов. Іноді викладач перераховує можливі варіанти рішення і пропонує студентові самостійно вибрати найбільш відповідний варіант, тобто стимулює евристичний підхід до рішення задачі.

Балом 40 оцінювалась самостійна робота над проектом, коли студентові давалися додаткові пояснення. На основі такої підказки в студента повинен сформуватися образ дії.

20 балів виставляли студентів, який не зміг визначити образу дії і потребував допомоги викладача або іншого студента з практичного показу подальшої роботи над проектом.

0 балів – за невиконану роботу.

Використання на формуальному етапі експерименту комплексного багатопланового підходу до відбору творчих проектів з урахуванням організаційно-педагогічних, технологічних, економічних психофізіологічних та естетичних вимог дало змогу визначитись з основними критеріями оцінки виконаного проекту: оригінальність, доступність виконання, надійність, технічна досконалість, естетичні перспективи, безпечність, відповідність суспільним потребам, зручність в експлуатації, технологічність, матеріалоемність, собівартість.

Список використаних джерел:

1. Антонів Т.М. Практикум в навчальних майстернях / Т.М. Антонів, О.І. Бугайов і ін.. [За ред. Тхоржевського Д.О.]. – Київ: Вища школа, 1972, – 422 с.
2. Качнев В.И. Обучение конструированию на уроках труда / В.И. Качнев. – М.: Просвещение, 1979. – С. 123-125.
3. Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся / В.Г. Разумовский. – М.: Просвещение, 1971. – С. 145-148.
4. Муравьев Е.М., Молодцов М. П. Практикум в учебных мастерских / Е.М. Муравьев, М. П. Молодцов. – М.: Просвещение, 1987. – 240 с.
5. Техническое творчество учащихся: Учебное пособие для студентов и учащихся педучилищ по индустриально-педагогической спец. / [Ю.С.Столяров, Д.М.Комский, В.Г.Гетте и др.; Под ред. Ю.С.Столярова, Д.М.Комского]. – М.: Просвещение, 1989. – 223 с.

The article provides a way to test the readiness of future teachers of labor training for technical modeling performance-based specifications.

Key words: *specification, technical design, teaching tools, design, technology, the complexity of the task.*

УДК 378.016

Роздобудько М. О., кандидат педагогічних наук

МОЖЛИВОСТІ КУРСУ ФІЗИКИ ПРИ ФОРМУВАННІ МІЖПРЕДМЕТНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СТИМУЛЯЦІЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

У статті досліджено процес навчання фізиці із результативним застосуванням пізнавальної діяльності із метою досягнення максимального рівня формування міжпредметних компетентностей студентів.

Ключові слова: фізика, компетентність, діяльність.

Фізика як одна із основних навчальних дисциплін природничого циклу максимально спрямована на формування міжпредметних компетентностей студентів, та має потужні можливості для застосування у початковому процесі аспектів пізнавальної діяльності.

Аналіз літератури [1; 2; 3;], осмислення власного педагогічного досвіду викладання фізики, аналіз анкет та опитування студентів та викладачів дозволили зробити висновок про те, що провести чіткі межі між поняттями кожної з компетентностей практично неможливо. Формування пізнавальної компетентності неможливе без становлення у студента інформаційної компетентності, досягнення високого рівня будь-якої ключової компетентності неможливе без успішного становлення комунікативної компетентності. Тому усі визначення смислових полів певних компетентностей носять умовний характер, і успішне формування кожної з них спричиняє собою успіхи в становленні інших компетентностей, кожен попередній етап в освоєнні певної компетентності стимулює не лише наступний етап цієї компетентності, але і успішність в освоєнні певного етапу взаємозв'язаної з іншою компетентністю.

Пізнавальна діяльність, як діяльність, спрямована на пошук і осмислення інформації, на розкриття в ній нових зв'язків і відношень, мотивується різноманітними потребами. Одним з основних мотивів навчання у студентів є соціальний мотив, що визначає положення студента в колективі, його спроби соціалізації усередині свого студентського середовища. При розробці дидактичного матеріалу, контрольно-оцінювальних завдань для визначення початкового рівня засвоєння студентом пізнавальної компетентності ми скористалися запропонованою А. Хуторським «Евристичною фізикою» [4], розробленими завданнями на кмітливість А. Усовою [5] та рядом інших розробок. Існує декілька індикаторів-прикладів (завдань, рішення яких показує рівень оволодіння студентом певним навчальним матеріалом), які дозволять викладачеві почати роботу від простих завдань, орієнтованих на розвиток інтересу, допитливості до стійкої внутрішньої мотивації. Нижче подано приклади дидактичного

матеріалу, що дозволяє провести діагностику різних знань і умінь з теми «Фізика і фізичні методи вивчення природи».

Приклад 1. «Фізика і фізичні методи вивчення природи».

Завдання знаходження і опис фізичних явищ: перерахувати і описати якомога більше явищ, що відносяться до краплини дощу.

Наступний констатуючий етап з оцінювання рівня формування у студентів компетентностей (2010 рік) був проведений до і після проведення студентських конкурсів проектних і дослідницьких робіт (ретроспективне анкетування). Анкета містила питання для визначення цілей навчального процесу, шляхів пізнання, стимулів навчання.

1. У міру протікання навчального процесу відмічається падіння інтересу у студентів до вивчення фізики. Деякі чинники цього процесу – усвідомлення того, що велика частина пропонованого до вивчення матеріалу є нецікавою (нецікавою по подачі матеріалу), не згодиться в житті (інформація застаріла), не є значущою (є цікавіші і значущіші речі).

2. Робота в аудиторії часто організована таким чином: «слухаємо розповідь викладача», «пишемо визначення в конспекті», «дивимося досліди, що виконуються викладачем», «дивимося відеофрагменти з фізики», тобто самостійна робота студента на занятті практично не організована, є тільки присутність його і видимість роботи.

3. Привнести до процесу навчання щось особисте, цікаве студент практично не може, і його особистий життєвий досвід залишається за межами аудиторії і не піддається практично ніякому аналізу і ніякій рефлексії в навчальному процесі.

Формування міжпредметних компетентностей студента є спеціально організованим, грамотно побудованим і продуманим процесом, який не можливий без серйозного аналізу викладачем як існуючих на сьогодні інформаційних можливостей, так і можливостей застосування нових інноваційних педагогічних технологій для модернізації освітнього процесу.

У таблиці 1 розглянуто узагальнені уміння і способи діяльності з позиції формування у студента міжпредметних компетентностей.

Таблиця 1

Аспекти сформованості міжпредметних компетентностей

Характеристика	Показники компетентності
Готовність до прояву компетентності	<ul style="list-style-type: none"> – готовність здійснювати пошук необхідних для вирішення фізичних завдань джерел інформації; – готовність звертатися до різноманітних джерел інформації для вирішення проблемної ситуації, що виникла при вивченні фізики; – готовність приймати інформацію у будь-якому вигляді і здійснювати її подальшу переробку; – готовність працювати з інформацією, що надходить ззовні, осмислювати і аналізувати її; – готовність створювати новий інформаційний продукт на основі інформації, що постуила та переосмислена у процесі вивчення фізики.

Продовження таблиці 1

Володіння знанням змісту компетентності	<ul style="list-style-type: none"> – уміння шукати потрібну інформацію з фізики в джерелах різного типу (друкований текст, ЗМІ, Інтернет, усна мова); – уміння створювати тексти з фізики різних типів; – уміння складати конспект прочитаного тексту з фізики; – уміння користуватися каталогом або комп'ютерним джерелом інформації; – уміння користуватися словниками, енциклопедіями, довідниками та іншими джерелами інформації з фізики.
Досвід прояву компетентності в стандартних і нестандартних ситуаціях	<ul style="list-style-type: none"> – уміння швидко і свідомо читати тексти з фізики; – уміння складати простий і складний план прочитаного тексту з фізики; – уміння працювати з нетекстовим представленням інформації (графіки, таблиці, схеми, діаграми і тд.); – уміння систематизувати знання з фізики; – уміння використовувати бібліотеки, медіатеки, бази даних, Інтернет-ресурси; – уміння користуватися локальними, глобальними мережами
Відношення до змісту компетентності та об'єкту застосування	<ul style="list-style-type: none"> – усвідомлення важливості роботи в фізичному, інформаційному полі; – усвідомлення необхідності використання інформації з фізики, що поступає, в повсякденному житті; – уміння самостійно оцінювати важливість, достовірність і значущість поступаючої інформації.
Емоційно-вольова регуляція процесу і результату прояву компетентності	<ul style="list-style-type: none"> – бажання засвоювати нові види інформації з фізики; – уміння вибудовувати свій шлях по засвоєнню нових джерел інформації з фізики; – уміння виражати своє відношення до отримуваної інформації; – уміння компонувати, склавши новий інформаційний текст або продукт, висловлювати своє відношення до досліджуваної фізичної проблеми, ситуації; – уміння проводити експертизу значущості, істинності, цінності отримуваної і використовуваної інформації з фізики.

Просування від простих розумових операцій до складніших може йти через організацію спільної творчої, дослідницької, проектної діяльності на аудиторному занятті при вивченні фізики.

Організацію студентської діяльності з опанування мінімального переліку практичних умінь, що становлять проектно-дослідницьку компетентність, можна цілеспрямовано здійснювати через реферативну, дослідницьку і проектну діяльність. Кожна з цих видів діяльності може навчити працювати з інформацією, що надходить з різних джерел, засвоїти різні рівні складності, істинності отримуваної студентом інформації. Рівноцінне навчання роботі як з комп'ютерними джерелами інформації, так і з «традиційними», дозволить уникнути істотного перекоосу в навчанні у бік того або іншого («паперового», комп'ютерного) навчання. Важкою уяв-

ляється для студента аналітико-синтетична робота із складно представленою інформацією, наприклад, у вигляді графічної, табличної залежності, у вигляді діаграми і тому подібне. Низька готовність студентів працювати із складно представленою інформацією, аналізувати її, самостійно обробляти і грамотно представляти результати свого дослідження були відмічені при аналізі творчих робіт.

Два приклади таких текстів подано нижче.

Приклад 1. «У Стародавньому Єгипті (V тис. до н.е.) судна будували із стебел очеретяної рослини – папірусу. З часом в суднобудуванні стали застосовувати дошки та балки. Застосування заліза для виготовлення корпусу суден дозволило збільшити довжину вітрильників. До 1850 року співвідношення довжини і ширини досягло 6:1, що істотно підвищило швидкість ходу і дозволило збільшити вантажопідйомність корабля. Сучасні судна виготовляють практично повністю з металу, який витиснив добре плаваюче дерево. Але метал щільніший за дерево і набагато щільніший за воду, він тоне в ній. Дайте припущення, чому дерев'яні кораблі були витиснені суднами з металу. Чому такі важкі і щільні конструкції плавають? Які небезпеки підстерігають їх, чого варто боятися таким суднам найбільше?» [6].

Приклад 2. «8 травня 1654 року губернатор міста Магдебурга Отто фон Герике продемонстрував, як він сам писав: «дослід, який показує, що внаслідок тиску дві півкулі так сильно з'єднуються, що 16 коней не можуть їх роз'єднати». «Я замовив, – пише Герике, – дві мідні півкулі однакового діаметру. Обидві півкулі добре пригнали одну до одної. Одна півкуля була забезпечена клапаном для відкачування повітря, між півкулями знаходилося шкіряне кільце. При відкачуванні повітря 16 коней не могли роз'єднати півкулі. Коли ж розрив проходив, то чувся звук на зразок рушничного пострілу». Поясніть причину складнощів, що виникли при роз'єднанні окремих півкуль. Як можна роз'єднати ці півкулі не докладаючи зусиль?» [6].

Робота з суцільними текстами не викликала складнощів у студентів при «вгадуванні» фізичного явища, назві його, виділення його основних ознак. Труднощі викликали питання пояснення, тлумачення фізичного явища або процесу, висунення припущень (гіпотез) для пояснення, зв'язку фізичних процесів і реальних життєвих ситуацій. Наступний етап констатувального експерименту педагогічного дослідження з оцінювання рівня засвоєння студентами технікуму Подільської державної аграрно-технічної академії (2009 і 2012 рік) був проведений до і після (ретроспективне анкетування) проведення конкурсів проектних і дослідницьких робіт. Анкета містила питання, пов'язані з визначенням рівня засвоєння компетентності. Результати цього експерименту, які подано у підрозділі 3.2 III розділу, дозволяють зробити висновок:

– первинний рівень, відмічений студентами до проведення конкурсних заходів був помітно менший, ніж після їх проведення;

– спонтанне навчання студентів роботі з інформацією свідчить, що студенти мотивовані, потенційно здатні і готові до цього виду діяльності;

– цілеспрямоване формування умінь працювати з різними джерелами отримання інформації може відбуватися тільки в процесі спеціально організованої діяльності, в процесі якої у студентів формуються відповідні уміння;

– рівень самооцінки студентів є досить завищеним, що не завжди підтверджується практикою.

Також при анкетуванні і опитуванні студентів цього ж коледжу та їх викладачів було отримано наступні результати.

З найбільшими ж складнощами в роботі з інформацією, на одностайну думку викладачів і самих студентів, вони зустрічаються при роботі з будь-якими текстами і об'єктами реальної дійсності.

Анкетування показало, що у міру навчання студента зменшується роль і значущість підручника як джерела інформації, росте роль ресурсів мережі Інтернет, інтерактивних навчальних програм, готових домашніх завдань.

Практично усі студенти вважають, що інформація, що надається мережею Інтернет, є достовірною. Викладачу фізики в його повсякденній практиці сьогодні потрібно ще більше зусиль додавати у напрямі роботи зі студентом саме з текстами і об'єктами реальної дійсності. Необхідно включати в практику викладання завдання, пов'язаної з верифікацією і фальсифікацією отримуваної інформації.

У процесі організації і проведення конкурсів проектних і дослідницьких робіт видно позитивну динаміку в освоєнні студентами інформаційних умінь, які змогли оцінити самі студенти до і після проведення конкурсу.

У процесі навчання фізики в освітній установі студент повинен навчитися грамотному пошуку необхідної інформації, осмисленню її, за своєї процедури фальсифікації і верифікації інформації, що надходить, освоїти уміння аналізу, синтезу, узагальнення інформації. У процесі навчання фізики необхідно навчити студента працювати з такими об'єктами інформації як друкований текст та об'єкти реальної дійсності і сформувати чітке переконання, що успіх здійснення певної діяльності визначається збором усієї доступної інформації.

Список використаних джерел:

1. Воровщиков С.Г. Азбука логичного мышления : учеб. пособ. для учащихся старших классов / С.Г. Воровщиков. – М. : Центральное изд-во, 2005. – 288с.
2. Вукіна Н.В. Критичне мислення: як цьому навчати? : [науково-метод. посіб.] / Н.В. Вукіна, Н.П. Дементієвська, – Х. : Основа, 2007. – С. 7–9.
3. Гершунский Б.С. Философия образования / Б.С. Гершунский. – М. : Флинта, 1998. – 432 с.
4. Хуторской А.В. Увлекательная физика : сборник заданий и опытов для школьников и абитуриентов с ответами / А. В. Хуторской, Л.Н. Хуторская. – М. : Аркти, 2001. – 192 с.

5. Усова А.В. Теория и практика модернизации естественнонаучного образования, основанной на опережающем изучении физики и химии / А.В. Усова, М.Д. Даммлер, В.С. Елагина, М.Ж. Симонова – Челябинск : ИИУМЦ Образование, 2003. – 148 с.

6. Словарь педагогического обихода /Под ред. профессора Л.М.Лузиной. - Псков: ПГПИ, 2001. – 92 с. – С. 22.

This article explores the process of learning physics efficient use of cognitive activity in order to achieve the maximum level of competency units mizhpredmentyh students.

Key words: *physics, kompetentist, activities.*

УДК 378.02:272.8

Розумовська О.Б., старший викладач кафедри інформатики

РІЗНОМАНІТНІСТЬ АЛГОРИТМІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ПРОГРАМУВАННЯ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАННЯ

Стаття присвячена розгляду питання застосування різних алгоритмів для розв'язання одних і тих же задач програмування в розрізі підвищення рівня розуміння сутності алгоритмічних структур, можливості вибору раціонального алгоритму для кожної задачі з врахуванням її особливостей. Крім того обговорюється методичний аспект вивчення цього питання для формування професійних навичок студентів фізико-математичного факультету як майбутніх вчителів.

Ключові слова: *система задач, ключові задачі, алгоритми.*

Постановка проблеми. Дисципліна “Інформатика” є однією з фундаментальних дисциплін при підготовці спеціалістів напряму “Математика*”, “Фізика*”. Вона покликана формувати у студентів знання, вміння та навички, необхідні для ефективного використання інформаційних технологій в майбутній професійній діяльності, для управління навчальним процесом, для формування елементів інформаційної культури учнів середніх навчальних закладів. Інформатика на сьогоднішній день є одним із засобів формування не тільки освітнього, а й розвиваючого та інтелектуального потенціалу особистості. Мета курсу досягається через практичне оволодіння студентами навичками роботи з основними складовими сучасного програмного забезпечення комп'ютерів, з основами технології розв'язування задач за допомогою ПК, починаючи від їх постановки й побудови відповідних інформаційних моделей і завершуючи інтерпретацією результатів, отриманих за допомогою комп'ютера.

І тому особливе місце при вивченні цієї дисципліни займає розділ “Алгоритмізація та програмування”, оскільки саме в ньому можна найповніше реалізувати подальший розвиток логічного, аналітичного мислення студентів та основних видів їх розумової діяльності: уміння вико-

ристовувати індукцію, дедукцію, аналіз, синтез, робити висновки, узагальнення.

Процес засвоєння знань потрібно організувати так, щоб тренувати не стільки пам'ять, скільки здатність розв'язувати задачі, що вимагають самостійного міркування. Дуже важливим фактором в цьому виступає вміння студентів не тільки підібрати методи для розв'язання конкретних задач, але й визначити серед них найраціональніший метод для вказаних умов. Сформувати такі вміння студентів можливо лише використовуючи системний підхід при відборі задач. Окремі розрізнені завдання, що не пов'язані ні з попереднім ні з наступним матеріалом не дають можливості формувати в студентів цілісність знань та навичок. Студенти набувають повноцінних знань тільки в результаті власної навчальної діяльності, спрямованої на розв'язування системи спеціально підібраних задач.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання ролі процесу розв'язування системи задач з метою розвитку мислення, здібностей, умінь під час навчання розкривається у працях Гузеєва В.В., Г.А.Альшутлера, Ю.О.Жука, Я.О.Пономарьова, С.Л.Рубінштейна, Н.Ф.Тализіної, О.К.Тихомирова і інших дослідників.

У своїх дослідженнях науковці виходять з того, що система задач буде ефективною, якщо дотримуватись певних загально-методичних вимог та принципів: науковості, диференційованої реалізованості, реалізації провідних функцій задач у навчанні, методичної доцільності поєднання теоретичних та практичних аспектів змісту дисципліни в системі завдань; систематичності, зв'язку навчання з життям, доступності, свідомості.

Дослідженню питання розв'язання однієї і тієї ж задачі різними методами і оцінки ефективності кожного окремого методу присвячені роботи Д. Пойя, Т. Кормена, А. Левітіна.

Мета нашої роботи полягає в обґрунтуванні ефективності розгляду різних алгоритмів розв'язування одних і тих же задач з цілісної системи для покращення якості знань при вивченні розділу "Алгоритмізація і програмування" в курсі інформатики студентами фізико-математичного факультету.

Для реалізації мети необхідно розв'язати такі **завдання**:

1. враховуючи дидактичні вимоги до системи задач і завдань, виділити в цій системі групу задач, які буде розв'язуватися за різними алгоритмами в ході вивчення алгоритмізації та програмування;
2. сформулювати засади оцінки студентами ефективності та загальнозначущості кожного алгоритму, виходячи з конкретних умов задачі;
3. проаналізувати вплив декілька разового розгляду одних і тих же задач з різних точок зору на підвищення рівня знань студентів.

Виклад основного матеріалу. Розділ "Алгоритмізація і програмування" в курсі інформатики покликаний в першу чергу сформулювати в студентів засади алгоритмічного мислення, навички аналізу відомих ме-

тодів побудови алгоритму та визначення найоптимальніших з них для розв'язування конкретної задачі.

Діяльність студента під час опису алгоритму розв'язуваної задачі полягає в тому, що ставлячи перед собою кінцеву мету — результат, він конструє програму (в широкому сенсі слова), план дій, який представляє послідовність окремих більш-менш стандартних операцій. Те, що в побуті називають іноді програмістських здібностями, визначається в першу чергу вмінням представити складну дію у вигляді організованої сукупності простих. При цьому, студент повинен спланувати не тільки самі дії, але і використовувати при цьому інформаційно-технічні ресурси.

Значення цієї навички в даний час підвищується у зв'язку з поширенням інтегрованих баз даних, інформаційних систем та АСУ, основу яких складають інформаційні моделі. При роботі з такими моделями необхідно відобразити в них всі істотні для вирішення поставленого завдання властивості об'єктів та їх взаємодії, інакше рішення, запропоноване машинною може послужити користувачеві погану службу.

Для інтелектуального навантаження розділу “Алгоритмізація і програмування” та досягнення практично значущих результатів навчання потрібно використовувати систему спеціально дібраних пізнавальних задач. Розв'язування задач — один з найважливіших засобів розвитку розумових, творчих здібностей студентів. Правильно підібрана задача і сформульована в потрібний момент часу дає можливість з одного боку мотивувати студентів до отримання нових знань та пошуків шляхів поглиблення їх рівня, а з іншого переконатися в практичному застосуванні набутих знань. Система задач з програмування покликана також формувати професійні навички студентів.

Програмування – один із розділів інформатики, в якому в повній мірі відчувається вплив практики на розуміння матеріалу. Тобто, для якісного засвоєння навчального матеріалу потрібно постійно тренуватися – розробляти алгоритми, писати програми, тестувати, аналізувати отримані результати, модифікувати існуючі алгоритми, займатися оптимізацією та інше. Часто зустрічаються зовсім різні по своїй суті й по галузі застосування задачі, які з точки зору програмування передбачають роботу з однаковими структурами даних, або ж, взагалі, мають подібні алгоритми розв'язання. Постійна практика розв'язання задач з програмування формує в студентів знання таким чином, що вони починають якісно класифікувати різні задачі, бачити спільні та відмінні елементи, одразу ж вносити можливі покращення в існуючі алгоритми розв'язання.

У роботах Гузєєва В.В. система задач визначається як сукупність задач, що відповідає таким вимогам:

Повнота. В системі задач повинні міститися задачі на всі поняття, факти, які вивчаються.

Наявність ключових задач. Задачі, у яких розглядаються факти або способи діяльності. Які можна використати при розв'язуванні інших задач.

Логічність. Вся сукупність задач може бути представлена у вигляді графа, у вузлах якого — ключові задачі, вище них — підготовчі, допоміжні, а нижче — узагальнюючі.

Ростаюча трудність у кожному рівні. Система має складатися з чотирьох підсистем. Які відповідають низькому, середньому, достатньому та високому рівню запланованих результатів навчання.

Цільова орієнтація. Для кожної задачі визначене її місце і призначення в блоці занять.

Цільова достатність. В системі задач має бути достатньо задач для виконання аудиторного і домашнього, аналогічних задач для закріплення методів розв'язування, задач для індивідуальних і групових занять, для індивідуальної діяльності, для поточного і підсумкового контролю.

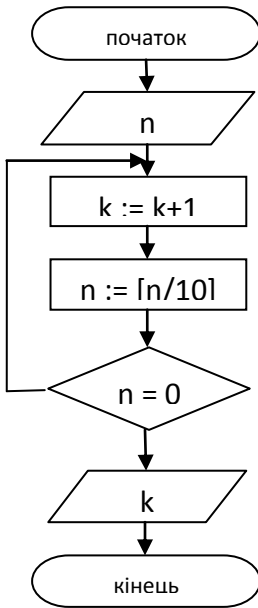
Психологічна комфортність. Система задач повинна враховувати наявність різних темпераментів, типів мислення видів пам'яті. [3, с.13-14]

Система задач для вивчення основ алгоритмізації та програмування умовно складається з трьох груп. Перша група містить переважно ключові задачі і розглядається при викладі теоретичного матеріалу. Друга група завдань носить узагальнюючий характер і розглядається під час практичних занять. В такій аудиторній роботі студенти мають можливість працювати під керівництвом викладача. Третя група задач виноситься на лабораторні роботи, де кожен студент отримує свій варіант і працює самостійно над створенням відповідних алгоритмів та програм.

До групи ключових задач можна віднести наступні задачі: визначення кількості розрядів у числі; виділення окремих розрядів числа; пошук мінімального та максимального значення в деякій множині. Задачі такого змісту можуть розв'язуватися за допомогою різних алгоритмів. Але на етапі вивчення відповідної теми раціонально буде пропонувати студентам конкретний алгоритм, який є доступним та зрозумілим в реалізації. Також важливим моментом є загально значущість алгоритмів, які на будь-якій мові програмування мають просту реалізацію. Пізніше в лабораторних роботах можна запропонувати студентам вибрати інший метод розв'язування тієї ж задачі і оцінити ефективність кожного алгоритму.

Розглянемо задачу на пошук кількості розрядів у числі. Ця задача розглядається в темі "Цикли". Побудова математичної моделі дає змогу чітко уявити, що кількість розрядів визначається як кількість поділів на степені 10, що дають результат більший нуля. Важливим моментом є наголосення на неможливості використання циклу з лічильником, оскільки кількість таких повторень невідома.

Блок-схема та програма:



```

Dim n As Long
Dim k As Byte
Console.WriteLine("Введіть задане число")
n = Console.ReadLine()
Do
  k = k + 1
  n = n \ 10
Loop Until n = 0
Console.WriteLine("Кількість розрядів " & k)

```

Цю ж задачу можна розв'язувати при вивченні теми "Рядкові величини" і продемонструвати можливість використання лінійного алгоритму, а не циклічного. Але в цьому випадку нам потрібно залучити проміжні величини. Ідея алгоритму полягатиме в наступному: задане число перетворюємо в рядкову величину. Для отриманої величини знаходимо кількість символів, що і буде відповідати кількості розрядів в заданому числі. Програма матиме вигляд:

```

Dim n As Long
Dim s As String
Dim k As Byte
Console.WriteLine("Введіть задане число")
n = Console.ReadLine()
s = Str(n): k = Len(s) - 1
Console.WriteLine("Кількість розрядів " & k)

```

Варто наголосити на особливості роботи функції перетворення Str(). При отриманні рядкової величини з числа до послідовності цифр числа додається один порожній символ на початку і тому кількість цифр числа на 1 менша від довжини рядкової величини. При реалізації першого алгоритму виконується $2k$ операцій, а в другому випадку таких операцій лише 2: перетворення і визначення довжини. Висновок очевидний, але другий алгоритм може реалізовуватися не у всіх мовах програмування.

Використання різних алгоритмів при розв'язуванні одних і тих же задач дає можливість реалізовувати різноманітність запланованих результатів навчання. Складність реалізації алгоритму може відповідати низькому, середньому, достатньому або високому рівню. В цій ситуації будуть формуватися як власні ґрунтовні знання студентів, так і певні методичні прийоми для майбутньої професійної діяльності. Диференціація в даному розрізі дозволяє враховувати рівень попередньої підготовки студентів, напрям підготовки, особисті інтереси відповідної групи студентів. В групі студентів виділяється 3-4 підгрупи, які отримують в якості завдань для самостійного виконання одні і ті ж задачі, але мають

розв'язати їх з допомогою різних алгоритмів. На практичних заняттях кожна така підгрупа повинна пояснити суть алгоритму та обов'язково визначити його переваги та недоліки. В ході такої роботи можна чітко сформулювати в студентів вміння оцінювати ефективність алгоритмів та навички вибору оптимального з них залежно від визначених умов.

Однією із ключових задач в програмуванні є задача пошуку максимального (мінімального) значення серед деякої множини. Розпочати можна з формулювання цієї задачі в такому ракурсі: Здійснити пошук максимального чи мінімального серед трьох чисел. Одна підгрупа студентів може використати відповідні функції і побудувати лінійний алгоритм, друга підгрупа може скористатися розгалуженням і складеною умовою, третя підгрупа — вкладеними розгалуженнями з простими умовами. Обговорення кожного алгоритму дасть можливість визначити серед наведених загальнозначущий, який буде працювати за будь-яких умов, а також порівняти кількість операцій, що виконається в кожному з них.

Для формування більш глибокого рівня розуміння алгоритмічних структур студентам на лабораторних роботах пропонується розв'язати одну і ту ж задачу індивідуального варіанту з використанням різних алгоритмів. На початку розгляду алгоритмічних структур студенти отримують фрагменти готових програм з циклічними структурами різного типу. Їх завдання полягає у створенні власного фрагменту, що виконує ту ж дію, але при цьому потрібно використати інший тип циклу. До прикладу:

Знайти найбільший спільний дільник за алгоритмом Евкліда:

```
Dim a, b, c, r, nsd As Short
Console.WriteLine("Введіть 1 число: ")
a = Console.ReadLine()
Console.WriteLine("Введіть 2 число: ")
b = Console.ReadLine()
Console.WriteLine()
If a < b Then
    c = a
    a = b
    b = c
End If
Do
    r = a Mod b
    a = b
    b = r
Loop Until (r = 0)
nsd = a
Console.WriteLine("НСД: " & nsd)
Console.ReadLine()
```

У цій програмі використано циклічну структуру з післяумовою. Студенти мають написати програму для розв'язування цієї ж задачі, змінивши в ній цикл з післяумовою на цикл з передумовою. Результат може мати наступний вигляд:

```
Dim a, b, c, r, nsd As Short
Console.Write("Введіть 1 число: ")
a = Console.ReadLine()
Console.Write("Введіть 2 число: ")
b = Console.ReadLine()
Console.WriteLine()
If a < b Then
    c = a
    a = b
    b = c
End If
r = a Mod b
Do While r > 0
    r = a Mod b
    a = b
    b = r
Loop
nsd = b
Console.WriteLine("НСД: " & nsd)
Console.ReadLine()
```

Важливо підкреслити такі моменти: при переході від циклу з післяумовою до циклу з передумовою потрібно кардинально змінити умову циклу (враховуючи особливості роботи кожного з них); перед виконанням циклу додатково потрібна команда обчислення остачі від ділення; змінилася величина, що буде визначати кінцевий результат. Варто також обговорити зі студентами той факт, що для розв'язування даної задачі неможливо використати третій тип циклу — цикл з лічильником.

Обговорення вказаних питань є вагомим не лише з точки зору глибокого розуміння суті тих чи інших структур, а й з точки зору методичної підготовки студентів до майбутньої професійної діяльності.

Вивчення кожної дисципліни навчального плану покликане формувати як знання з конкретної науки, так і розуміння цілісності знань про оточуючий світ та закони його існування. Крім того, вся система навчання покликана готувати студента до майбутньої професійної діяльності. При сьогоднішньому темпі розвитку науки в цілому та окремих галузях зокрема дати студентам готовий набір знань наперед неможливо. Основним завданням освіти має бути формування загальних засад в підготовці спеціалістів та навичок самоосвіти. Оскільки нами розглядається питання підготовки майбутніх вчителів, то дуже важливим моментом виступає

отримання студентами методичних навиків. Ситуація в шкільній практиці сьогодення вказує на досить низький рівень саме методичної підготовки молодих спеціалістів.

Особливість підготовки вчителя інформатики виявляється в тому, що інформатика, як наука і як навчальний предмет, бурхливо розвивається. У зв'язку з цим існує потреба постійно узгоджувати зміст навчання з досягненнями у розвитку науки і техніки. За таких умов вимушеним (і плідним) рішенням є максимальне спирання на результати загальної дидактики та психології, на конкретні методики навчання інших дисциплін, зокрема математики й фізики. Звідси впливає також вимога добору такого змісту навчання інформатики, який за можливості якомога менше залежав би від типів комп'ютерів та їх програмного забезпечення. Зрозуміло, процес навчання неминуче реалізується із застосуванням деяких конкретних програмних і технічних засобів, але вони повинні розглядатися лише як окремі зразки різного комп'ютерного обладнання, як можливі засоби унаочнення і дидактичного супроводу навчального матеріалу, а також технічної підтримки навчально-пізнавальної діяльності. Слід формувати найбільш загальні, фундаментальні знання, за можливості уникаючи машинозалежних знань і умінь, які можуть виявитися непридатними до використання іншою мовою програмування. Тому важливим є у практиці вишу при вивченні основ алгоритмізації та програмування робити акцентування уваги на загальнозначущі алгоритми, їх сутність та умови використання, а також можливості застосування різних алгоритмів для розв'язування конкретної задачі. Конкретна мова програмування буде виступати інструментом для перевірки роботи алгоритму для різних наборів вхідних значень. Досить вагомим кроком в алгоритмізації є вміння правильно трактувати та аналізувати отримані результати. Ці навички мають формуватися в студентів як з точки зору отримання ґрунтовних знань з інформатики, так і з точки зору застосування їх в майбутній професійній діяльності.

Висновки. Досвід використання системи задач, яка задовольняє наведеним дидактичним вимогам, та розгляд різних алгоритмів розв'язування одних і тих же задач дає змогу стверджувати, що під час вивчення інформатики студентами фізико-математичного факультету саме такий підхід сприяє підвищенню ефективності навчання та формуванню професійних навиків для майбутньої діяльності.

Список використаних джерел:

1. Библиотека учебных алгоритмов и программ: Справ. пособие / Л.И.Білоусова, В.Д.Зоря, С.А.Раков.— К.: Рад. шк., 1988. — 135 с.
2. Гудман С., Хидетниemi С. Введение в разработку и анализ алгоритмов. — М.: Мир, 1981. — 304 с.
3. Гузеев В.В. О системе задач и задачном подходе к обучению / В.В. Гузеев // Химия в школе. — 2001. — №8. — С. 12-18.
4. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Риверт Р. Алгоритмы: Построение и анализ / Пер. с англ. под ред. А.Шеня. — М.: МЦНМО, 2002. — 960 с.

5. Левитин А.В. Алгоритмы: введение в разработку и анализ. Пер. с англ. — М.: Издательский дом “Вильямс”, 2006. — 576 с.

6. Праворська Н.І. Система задач як засіб формування професійно значущих знань з інформатики студентів економічних спеціальностей: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова. — К., 2005. — 18 с.

7. Розумовська О.Б. Система завдань та тестів з програмування як засіб підвищення ефективності навчального процесу / Оксана Розумовська // Наукові праці Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка: збірник за підсумками звітної наукової конференції викладачів, докторантів і аспірантів. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2014. — Випуск 13, у 3-х томах. — Т. 2. — С. 52-53.

8. Талызина Н.Ф. Пути разработки профиля специалиста / Н.Ф.Талызина, Н.Г.Печенюк, Л.Б.Хихловский. — Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1987. — 176 с.

The article is devoted to the question of the application of different algorithms for solving the same problems of programming in the context of raising the level of understanding of the essence of algorithmic structures, rational choice algorithm for each task considering its features. Also discussed methodological aspect of studying this issue for the formation of professional skills of students of Physics and Mathematics as future teachers.

Key words: system tasks, key tasks, algorithms.

УДК 37.091.33 – 028.22:51

Сморжевський Л.О., кандидат педагогічних наук,
професор кафедри диференціальних рівнянь

Сморжевський Ю.Л., кандидат педагогічних наук, доцент

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ НАОЧНОСТІ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ТРИКУТНИКІВ» У КУРСІ ГЕОМЕТРІЇ 9 КЛАСУ

У статті висвітлено питання методики використання наочності при вивченні теми «Розв'язування трикутників» у курсі геометрії 9 класу середніх загальноосвітніх навчальних закладів.

Ключові слова: синус, косинус і тангенс кутів від 0° до 180° , основні тотожності для $\sin \alpha$, $\cos \alpha$ і $\operatorname{tg} \alpha$, теорема синусів, теорема косинусів, розв'язування трикутників, площа трикутника.

Актуальність дослідження. Перед вчителем математики стоїть завдання не лише дати учням міцні знання і навички з основ наук, а й розвинути їх мислення, зацікавити вивченням математики, активізувати їх пізнавальну діяльність, привчити працювати самостійно, щоб, закінчивши школу, вони могли самостійно підвищувати свою кваліфікацію в майбутній трудовій діяльності.

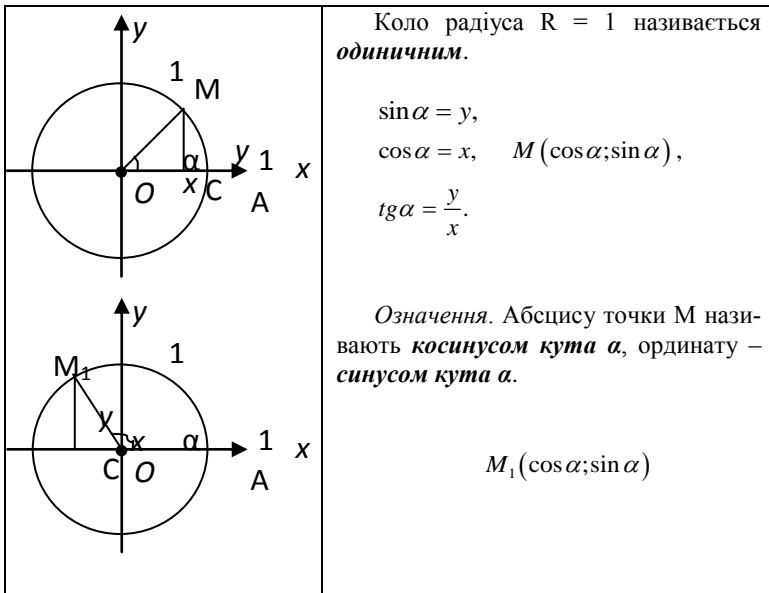
Тому не випадково в останні десятиріччя постійне вдосконалення методів, засобів і форм організації навчання математики, насамперед від-

шукання шляхів підвищення ефективності уроку з математики, стало предметом особливої уваги з боку школи, вчителя, педагогічної і психологічної науки.

Аналіз актуальних досліджень та постановка проблеми. Завдання підвищення ефективності уроків з математики вимагає від учителя вміння володіти методами, засобами і формами навчання, як традиційними, виробленими віковим досвідом вчителів і методистів, так і тими, які виникли і ввійшли в шкільну практику відносно недавно. Уміле володіння арсеналом педагогічного досвіду дасть можливість творчо використовувати існуючі шляхи підвищення ефективності уроків з математики, принципи дидактики, зокрема, принцип наочності. Зауважимо, що наочність є важливим компонентом активізації пізнавальної і навчальної діяльності учнів.

Використання наочності в процесі навчання математики 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].

Кодоплівка 1



В даний час середні загальноосвітні навчальні заклади перейшли на нову програму з математики [2] і нові підручники. На жаль, методика використання наочності на уроках математики застаріла, не відповідає ні діючій програмі, ні діючим підручникам з математики. Тому виникає необхідність у розробці такої методики. Нами зроблена спроба усунути цей недолік у навчальному посібнику [3].

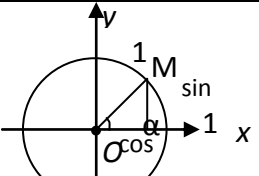
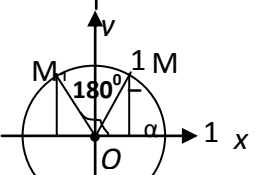
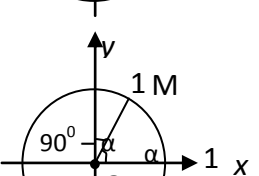
Мета статті. Розкрити методику використання наочності при вивченні теми «Розв'язування трикутників» у курсі геометрії 9 класу.

Виклад основного матеріалу. Розкриємо методику використання наочності при вивченні теми «Розв'язування трикутників» у курсі геометрії 9 класу.

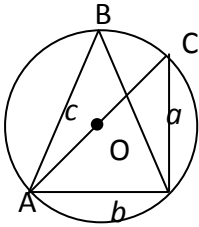
Для ознайомлення учнів з означенням синуса і косинуса кутів від 0° до 180° варто використати кодоплівку 1.

Розглядаючи основні тотожності для $\sin \alpha$, $\cos \alpha$ і $\operatorname{tg} \alpha$, доцільно підготувати таблицю 1, якою учні зможуть користуватися до тих пір, поки не запам'ятають ці тотожності.

Таблиця 1

ОСНОВНІ ТОТОЖНОСТІ ДЛЯ $\sin \alpha$, $\cos \alpha$ і $\operatorname{tg} \alpha$	
	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}; \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1;$
	$1 + \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}; \sin(180^\circ - \alpha) = \sin \alpha;$ $\cos(180^\circ - \alpha) = -\cos \alpha; \operatorname{tg}(180^\circ - \alpha) = -\operatorname{tg} \alpha;$
	$\sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha; \cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha .$

Таблиця 2 допоможе учням краще засвоїти теорему синусів, наслідки, які з неї випливають, і розв'язування трикутників за теоремою синусів.



ТЕОРЕМА СИНУСІВ

Теорема. Сторони трикутника пропорційні синусам протилежних кутів.

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$

Наслідок 1. $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R$.

Наслідок 2. У трикутнику проти більшої сторони лежить більший кут, проти більшого кута лежить більша сторона.

Теорема синусів дозволяє за стороною і прилеглими до неї кутами або за двома сторонами і кутом, протилежним одній з них, знаходити інші елементи трикутника.

Перед вивченням теореми косинуса корисно спочатку провести актуалізацію опорних знань.

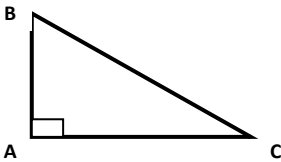
1. Сформулюйте означення синуса, косинуса гострого кута прямокутного трикутника.

Косинусом гострого кута прямокутного трикутника називається відношення прилеглого катета до гіпотенузи.

Синусом гострого кута прямокутного трикутника називається відношення протилежного катета до гіпотенузи.

2. Дайте відповіді на питання, сформульовані на кодоплівці 2.
3. Виконайте завдання з кодоплівки 3.

Кодоплівка 2



Розгляньте відношення:

$$\frac{AC}{BC}; \frac{AB}{AC}; \frac{BC}{AC};$$

$$\frac{AC}{AB}; \frac{BC}{AB}; \frac{AB}{BC}.$$

Яке з цих відношень є:

- косинусом кута C;
- косинусом кута B;
- синусом кута C;
- синусом кута B?

Із заданих виразів: $\cos\alpha$; $\cos^2\alpha$; $\sin\alpha$; 1; 120° ; $\sin^2\alpha$; $\frac{\sqrt{2}}{2}$; $\frac{1}{2}$ виберіть і підставте замість крапок такі з них, щоб рівності були правильними:

- $\sin^2\alpha + \dots = 1$;
- $\cos 60^\circ = \dots$;
- $\operatorname{tg}\alpha = \frac{\sin\alpha}{\dots}$;
- $\cos^2\alpha + \dots = 1$;
- $\cos \dots = -\frac{1}{2}$.

4. Сформулюйте теорему Піфагора.

У прямокутному трикутнику квадрат гіпотенузи дорівнює сумі квадратів катетів.

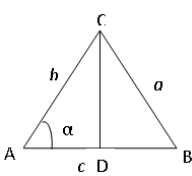
5. Сформулюйте теорему синусів. Як її можна використати для розв'язування трикутників.

Далі запитати в учнів, чи можна розв'язати трикутник, якщо відомі дві сторони і кут між ними?

Розглянемо трикутник ABC, у якого відомі сторони AC і AB і кут A. Знайти сторону BC (кодоплівка 4).

Вчитель проводить запис умови задачі на дошці, а учні в зошитах будуть відповідні малюнки та роблять потрібні записи за вчителем.

Кодоплівка 4

	<p>Дано: ΔABC, $AB = c$, $AC = b$, $\angle BAC = \alpha$.</p> <p>Знайти: BC.</p>
--	---

Розв'язання.

Проведемо з вершини C висоту CD. Вона розділить ΔABC на два прямокутні трикутники – CDB і CDA.

У ΔCDA ($\angle CDA = 90^\circ$): AC – гіпотенуза, $CD = b \sin\alpha$, $AD = b \cos\alpha$.

У ΔCDB ($\angle CDB = 90^\circ$): $DB = c - b \cos\alpha$.

Позначимо BC через a, тоді за теоремою Піфагора з ΔBDC :

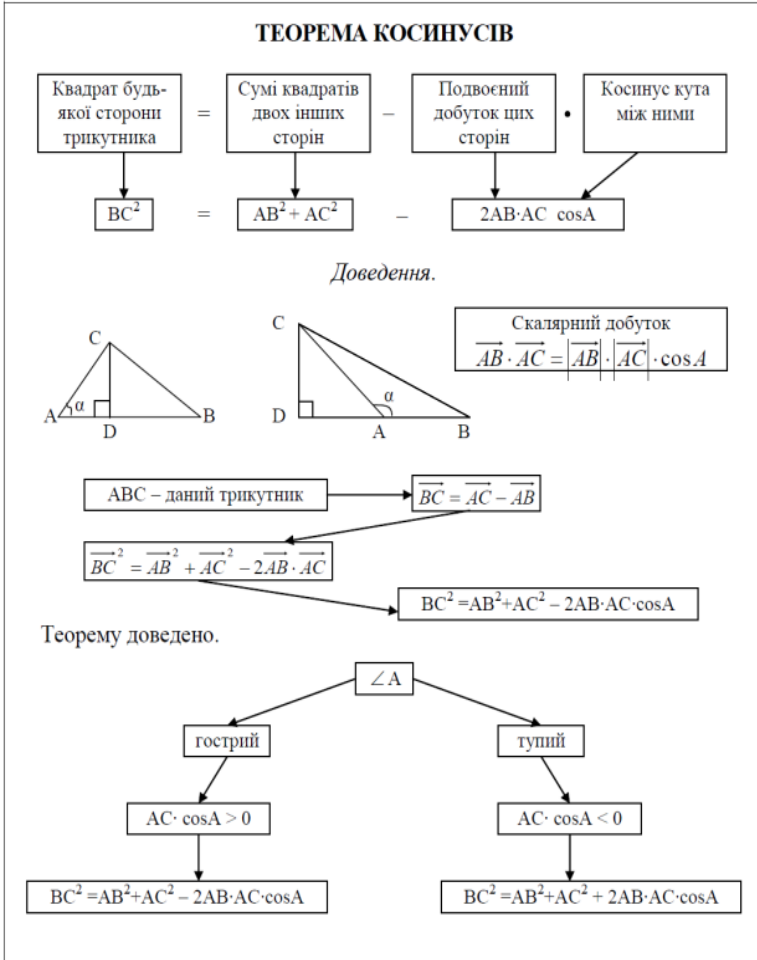
$$a^2 = b^2 \sin^2 \alpha + (c - b \cos \alpha)^2,$$

$$a^2 = b^2 \sin^2 \alpha + c^2 - 2bc \cos \alpha + b^2 \cos^2 \alpha,$$

$$a^2 = b^2 (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) + c^2 - 2bc \cos \alpha,$$

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha.$$

Таблиця 3



Тобто, квадрат сторони трикутника дорівнює сумі квадратів двох інших сторін без подвоєного добутку цих сторін на косинус кута між ними.

Це твердження носить назву «Теорема косинусів» і використовується для знаходження невідомої сторони трикутника через дві інші сторони та кут між ними. Слід також зауважити і показати, що $AC \cdot \cos A$ дорівнює

за абсолютною величиною проекції AD сторони AC на сторону AB або її продовження (див. малюнок на таблиці 3).

Знак $AC \cdot \cos A$ залежить від кута A: якщо кут A гострий, то береться «+», якщо тупий, то «-».

Звідси маємо наслідок: квадрат сторони трикутника дорівнює сумі квадратів двох інших сторін « \pm » подвоєний добуток однієї з них на проекцію другої. Знак „+” слід брати тоді, коли протилежний кут тупий, а знак «-» – коли гострий.

Для закріплення доведення теореми використовується таблиця 3 «Теорема косинусів».

Для формування умінь застосовувати дану теорему вчитель пропонує задачі за допомогою кодоплівки 5.

Кодоплівка 5

Знайти невідому сторону трикутника.

Пояснивши учням розв’язування трикутників, вчителю варто продемонструвати їм таблицю 4, в якій розкрито алгоритми розв’язування основних типів задач на розв’язування трикутників.

Таблиця 4

РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ТРИКУТНИКІВ	
Умова задачі	Алгоритм розв’язування
1. Розв’язування трикутника за стороною і прилеглими до неї кутами. Дано: $a, \angle B, \angle C$. Знайти: $b, c, \angle A$.	1. За сумою кутів трикутника 180° і двома даними знаходимо $\angle A = 180^\circ - \angle B - \angle C$. 2. За теоремою синусів знаходимо $b = \frac{a \cdot \sin B}{\sin A}$ і $c = \frac{a \cdot \sin C}{\sin A}$.
2. Розв’язування трикутника за двома сторонами і кутом між ними. Дано: $a, b, \angle C$. Знайти: $c, \angle A, \angle B$.	1. За теоремою косинусів знаходимо $c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos C}$. 2. За теоремою косинусів знаходимо $\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$. 3. $\angle B = 180^\circ - \angle A - \angle C$.

Продовження таблиці 4

<p>3. Розв'язування трикутника за двома сторонами і кутом, протилежним до однієї з них. Дано: $a, b, \angle A$. Знайти: $c, \angle B, \angle C$.</p>	<p>1. За теоремою синусів знаходимо</p> $\sin B = \frac{b \cdot \sin A}{a}.$ <p>2. $\angle C = 180^\circ - \angle A - \angle B$.</p> <p>3. За теоремою синусів знаходимо</p> $c = \frac{a \cdot \sin C}{\sin A}.$
<p>4. Розв'язування трикутника за трьома сторонами. Дано: a, b, c. знайти: $\angle A, \angle B, \angle C$.</p>	<p>1. За теоремою косинусів знаходимо</p> $\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc},$ $\cos B = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}.$ <p>2. $\angle C = 180^\circ - \angle A - \angle B$.</p>

Ця таблиця має демонструватися в кабінеті математики до тих пір, поки учні не засвоять дані алгоритми.

Закріплення формул для знаходження площі трикутника зручно проводити, використовуючи таблицю 5.

Таблиця 5

<p>ПЛОЩА ТРИКУТНИКА</p> <p>$S = \frac{1}{2} a \cdot h_a$, де a – основа, h_a – висота, проведена до основи.</p> <p>$S = p \cdot r$, де $p = \frac{a+b+c}{2}$ – півпериметр трикутника, r – радіус вписаного кола.</p> <p>$S = \frac{1}{2} b \cdot c \cdot \sin \alpha$, де α – кут між сторонами b і c.</p> <p>$S = \frac{abc}{4R}$, де R – радіус описаного кола.</p> <p>$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$, де $p = \frac{a+b+c}{2}$.</p>
--

Таблиця 5 є довідковою таблицею і має демонструватися в кабінеті математики протягом тривалого часу.

Проводячи повторення і систематизацію вивчення розділу «Розв'язування трикутників», доцільно провести фронтальне опитування учнів, демонструючи кодоплівку 6.

1. Дайте означення синуса, косинуса, тангенса для кутів від 0° до 180° .
2. Доведіть тотожності для синуса, косинуса і тангенса.
3. Сформулюйте і доведіть теорему синусів.
4. Сформулюйте і доведіть два наслідки з теореми синусів.
5. Сформулюйте і доведіть теорему косинусів.
6. Які є види задач на розв'язування трикутників? Які їх алгоритми розв'язування?
7. Які є формули для обчислення площі трикутника? Як їх довести?

Висновок. Як свідчать результати експериментального дослідження, запропонована методика використання наочності при вивченні теми «Розв'язування трикутників» у курсі геометрії 9 класу підвищує інтерес учнів до математики, активізує їх увагу, а вчителям допомагає більш інтенсивно проводити уроки.

Список використаних джерел:

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. 5 – 12 класи. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. – К.: Ірпінь, Перун, 2005. – 65 с.
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 the question of method of the use of evidentness is reflected at the study of theme of «Untiing of triangles» in the course of geometry of a 9 class of middle general educational establishments.

Key words: *sine, cosine and tangent of corners, from 0^0 to 180^0 , basic an identity for, $\sin\alpha$, $\cos\alpha$ and $\operatorname{tg}\alpha$, theorem of sines, theorem of cosines, untiing of triangles, area of triangle.*

УДК 37.091.33 – 028.22:51

Сморжевський Ю.Л., кандидат педагогічних наук, доцент
Сморжевський Л.О., кандидат педагогічних наук, професор
професор кафедри диференціальних рівнянь

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ НАОЧНОСТІ ПРИ ВИВЧЕННІ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ У КУРСІ ГЕОМЕТРІЇ 9 КЛАСУ

У статті розкрито методику використання наочності при вивченні геометричних перетворень у курсі геометрії 9 класу середніх загальноосвітніх навчальних закладів.

Ключові слова: *переміщення, симетрія відносно точки і прямої, поворот, перетворення подібності, гомотетія.*

Актуальність дослідження. 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.

Використання наочності у процесі навчання математики 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.

Аналіз актуальних досліджень та постановка проблеми. Наочність допомагає закріпити в пам'яті учнів математичні факти та об'єкти, бо чим краще початкове зорове сприймання, тим надовше воно запам'ятовується. Безпосереднє ознайомлення з різними математичними образами допомагає учням надалі правильно відтворювати їх в уяві, творчо використовуючи запам'ятовані деталі [1]. Саме тому вивчення математики із застосуванням наочності активно розвиває просторову уяву учнів і створює реальні передумови для швидкого переходу до вивчення математики без використання конкретних реальних об'єктів.

Незважаючи на наявність досить значної кількості публікацій, методичних рекомендацій, в яких висвітлюється проблема використання наочності під час вивчення конкретних тем шкільного курсу математики, необхідно зазначити, що на сьогоднішній день не існує розробленої методики використання різних видів наочності на уроках геометрії основної школи.

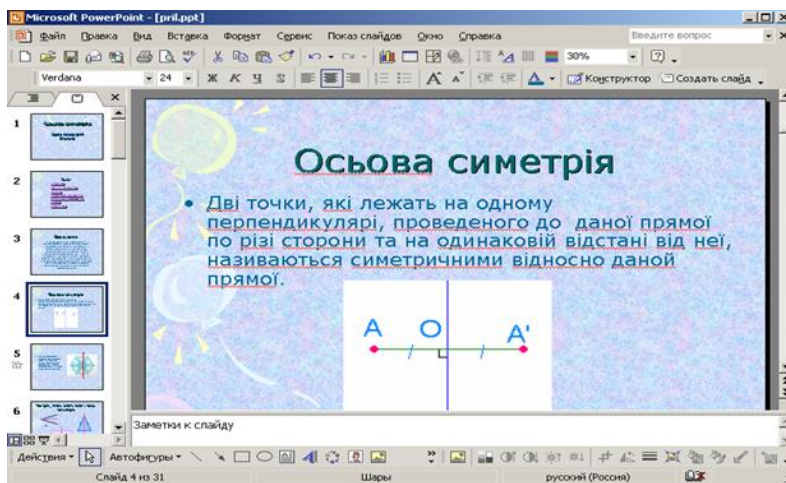
У зв'язку з переходом середніх загальноосвітніх навчальних закладів на нову програму з математики [2] і нові підручники виникає необхідність у розробці методики використання наочності на уроках математики. Нами зроблена спроба розробити таку методику, яка висвітлена в навчальному посібнику [3].

Мета статті. Розкрити методуку використання наочності при вивченні геометричних перетворень у курсі геометрії 9 класу.

Виклад основного матеріалу. Розкриємо методуку використання наочності при вивченні геометричних перетворень у курсі геометрії 9 класу.

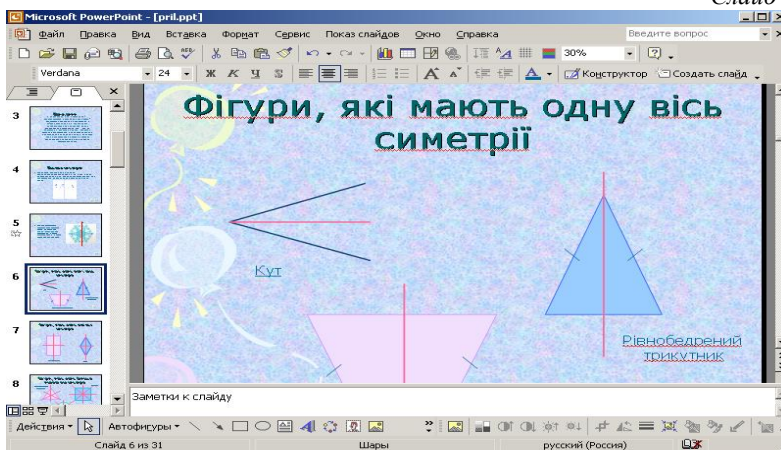
Розглядаючи поняття симетричних точок відносно прямої, доцільно за допомогою комп'ютера продемонструвати учням слайд 1, який допоможе виділити властивості таких точок і спосіб побудови точки A' , симетричної точці A відносно прямої.

Слайд 1



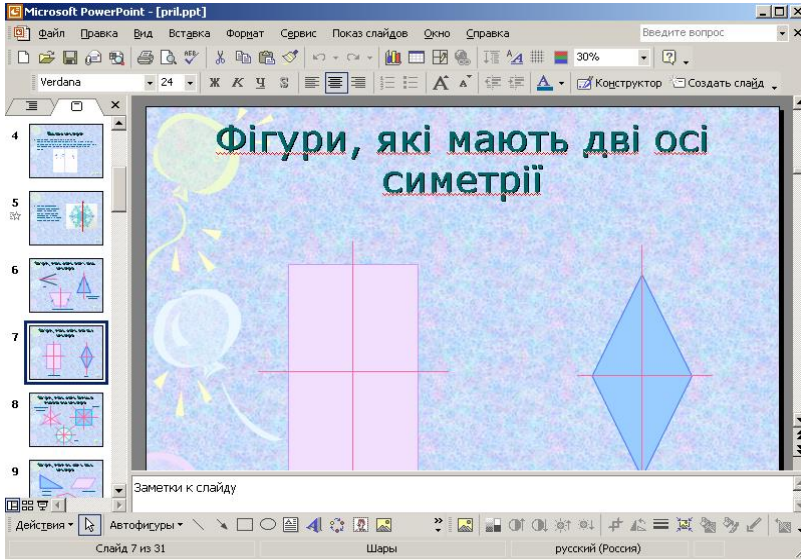
Вивши поняття фігури, симетричної відносно прямої, корисно використати слайд 2.

Слайд 2

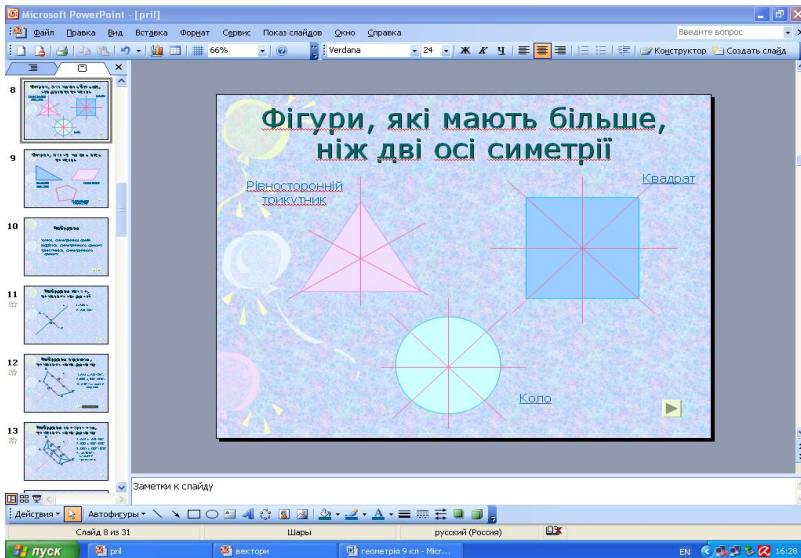


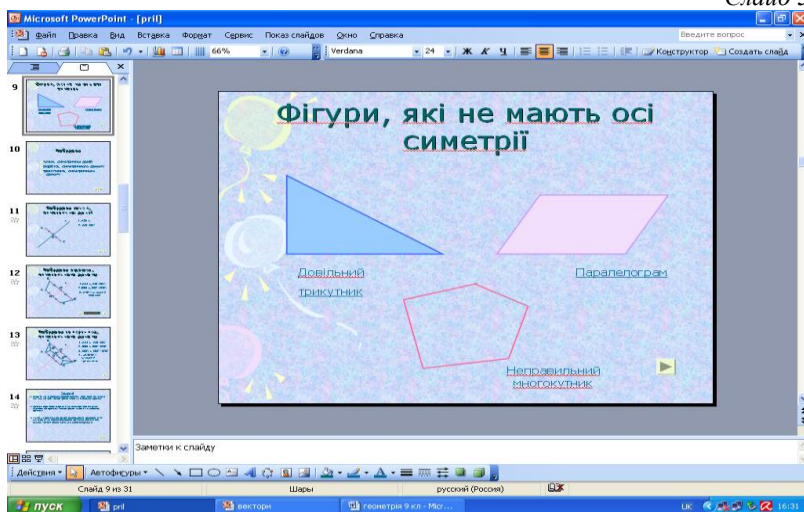
Розглядаючи фігури, які мають дві осі і більше осей симетрії, і фігури, які не мають осей симетрії, варто продемонструвати слайди 3, 4, 5.

Слайд 3

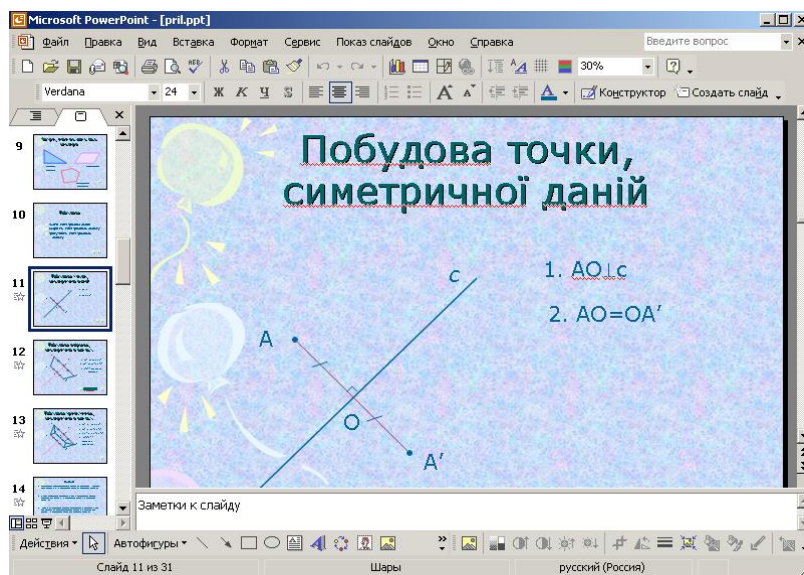


Слайд 4



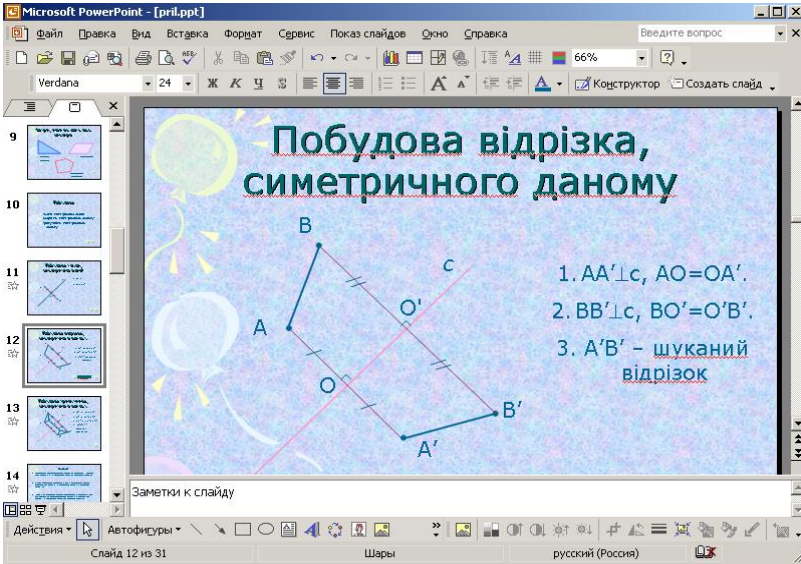


Побудову точки, симетричної даній, варто супроводжувати демонстрацією слайду 6.



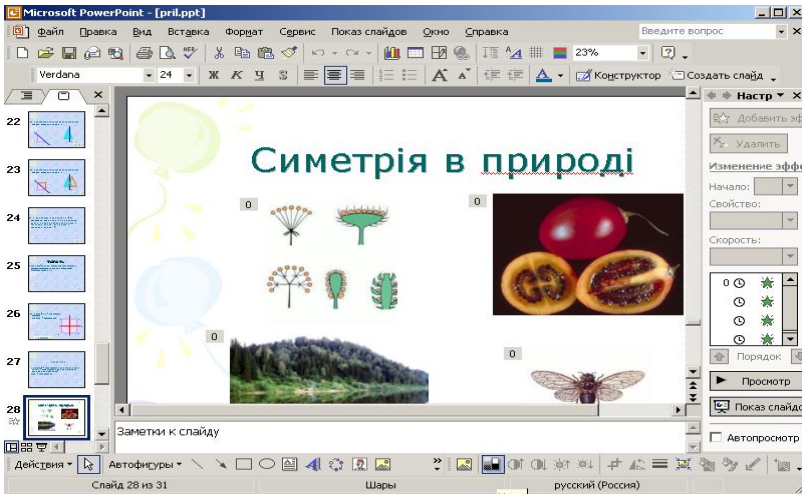
Виконання побудови відрізка, симетричного даному, бажано ілюструвати за допомогою слайду 7.

Слайд 7

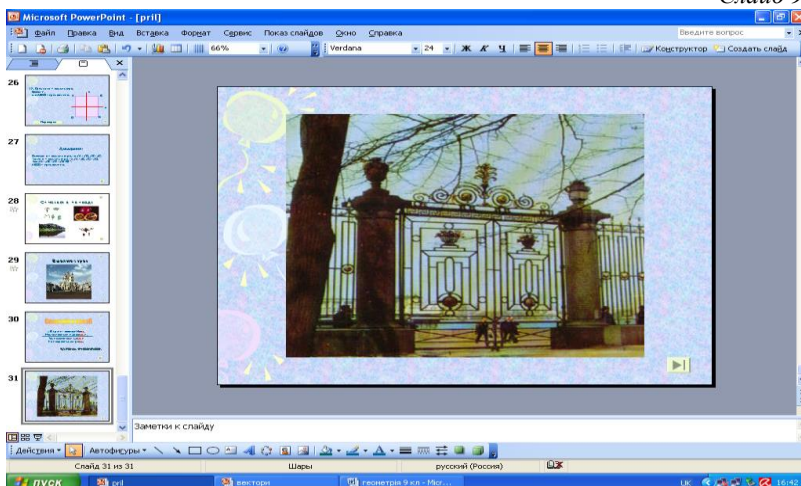


Щоб показати приклади фігур, які мають вісь симетрії, у природі, побуті, поезії, можна продемонструвати учням слайди 8, 9, 10.

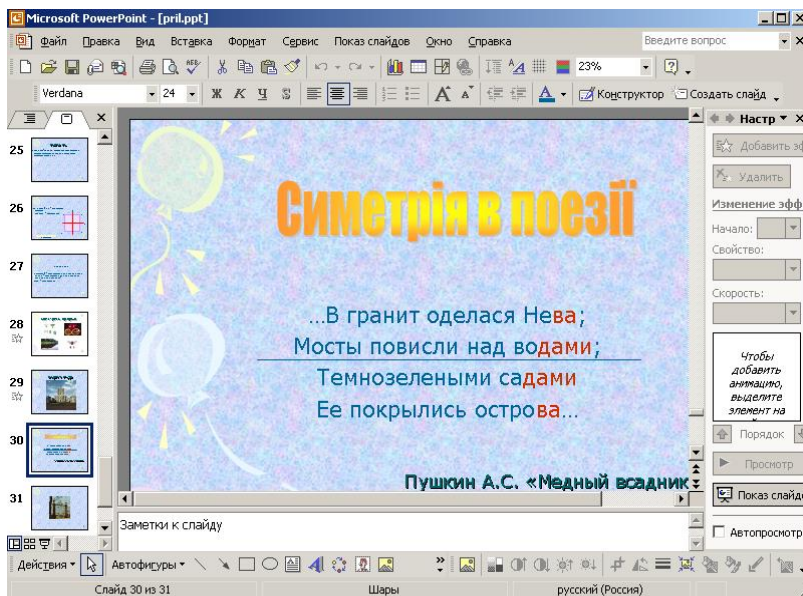
Слайд 8



Слайд 9

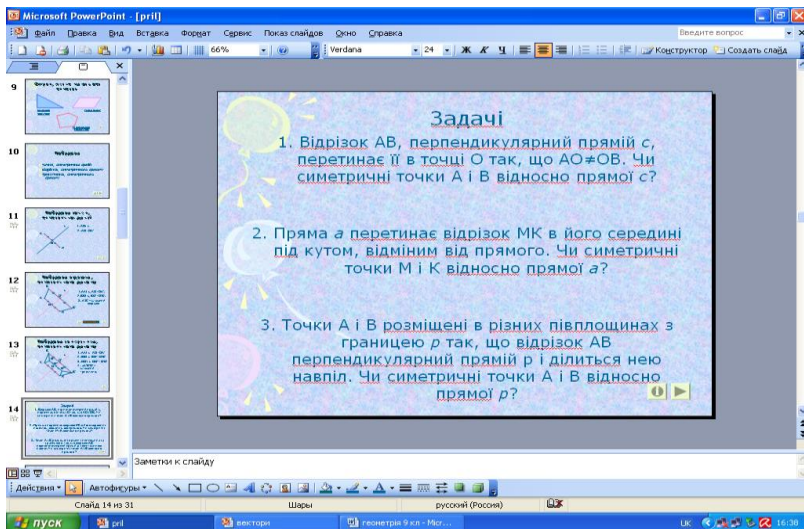


Слайд 10



Для закріплення вивченого матеріалу доцільно запропонувати учням розв'язати задачі, розміщені на слайді 11.

Використання даних слайдів на уроці дає змогу зекономити час на засвоєння нового матеріалу за рахунок наочності та активізації зорової Слайд 11

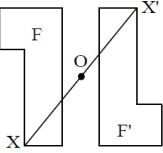
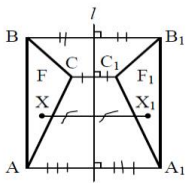
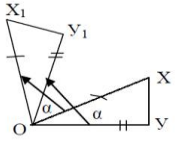


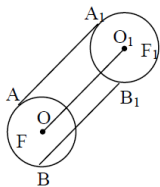
пам'яті. Комп'ютер дає змогу вносити елементи новизни при розв'язанні задач, робить процес роботи наочним, допомагає вчителю сконцентрувати увагу на основних моментах. Робота по розв'язанню кожної задачі будується як деякий діалог між вчителем та учнями, в якому комп'ютер служить демонстратором розв'язання задач.

Закріплення поняття переміщення і його властивостей, видів переміщення і їх властивостей доцільно супроводжувати демонстрацією таблиці 1.

Таблиця 1

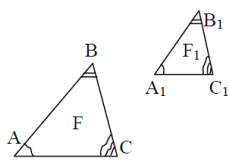
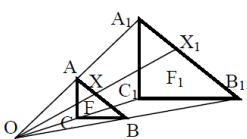
ПЕРЕМІЩЕННЯ І ЙОГО ВИДИ		
Переміщення		
Малюнок	Означення	Властивості
	<p>Переміщенням називається перетворення, яке зберігає відстань між точками.</p> <p>Дві фігури називаються рівними, якщо вони переводяться переміщенням одна в одну: $F = F_1$.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Точки, що лежать на прямій, переходять в точки, що лежать на прямій, і зберігається порядок їх взаємного розміщення. 2. Прямі переходять у прямі, промені – у промені, відрізки – у рівні їм відрізки. 3. Кути переходять у рівні їм кути.

Види переміщень			
<i>Види переміщень</i>	<i>Малюнок</i>	<i>Означення</i>	<i>Властивості</i>
1. Симетрія відносно точки (центральна симетрія).		<p>Дві точки X і X' площини називаються симетричними відносно точки O, якщо O є серединою відрізка XX'.</p> <p>Перетворення, при якому кожна точка X фігури F переходить у точку X' фігури F', симетричну відносно даної точки O, називається перетворенням симетрії відносно точки O.</p>	<p>Симетрія відносно точки має всі властивості переміщення.</p> <p>Точка O переходить сама в себе (нерухома).</p> <p>Пряма переходить у паралельну їй пряму або у себе.</p>
2. Симетрія відносно прямої (осьова симетрія).	 <p style="text-align: center;">l – вісь симетрії.</p>	<p>Дві точки A і A_1 називаються симетричними відносно прямої l, якщо $l \perp AA_1$ і пряма l проходить через середину відрізка AA_1.</p> <p>Перетворення, при якому кожна точка X фігури F переходить у точку X_1 фігури F_1, симетричну відносно прямої l, називається перетворенням симетрії відносно прямої.</p>	<p>Симетрія відносно прямої має всі властивості переміщення.</p> <p>Пряма переходить у паралельну їй пряму або у себе.</p>
3. Поворот.	 <p>α – кут повороту, O – центр повороту, $OX = OX_1$, $OY = OY_1$, $\angle XOY = \angle X_1OY_1 = \alpha$.</p>	<p>Точку X повернемо навколо точки O на кут α. Одержимо точку X_1.</p> <p>Такий перехід точки X у точку X_1 називається поворотом навколо точки O на кут α.</p>	<p>Поворот має всі властивості переміщення.</p>

<p>4. Паралельне перенесення.</p>		<p>Перетворення, при якому всі точки фігури F зміщуються в одному й тому самому напрямі на одну й ту саму відстань, називається паралельним перенесенням.</p>	<p>Паралельне перенесення має всі властивості переміщення. Пряма переходить у паралельну їй пряму або у себе.</p>
-----------------------------------	---	---	---

Перетворення подібності і гомотетію та їх властивості вчителю зручно пояснювати, використовуючи таблицю 2.

Таблиця 2

<p align="center">ПЕРЕТВОРЕННЯ ПОДІБНОСТІ</p>		
<p align="center"><i>Малюнок</i></p>	<p align="center"><i>Означення</i></p>	<p align="center"><i>Властивості</i></p>
 $\frac{AB}{A_1B_1} = \frac{BC}{B_1C_1} = \frac{AC}{A_1C_1} = k,$ <p>$k > 0$ – коефіцієнт подібності.</p>	<p>Перетворення, яке переводить фігуру F у фігуру F_1, при якому відстані між точками змінюються в тому самому відношенні $k > 0$, називається перетворенням подібності.</p> <p>Дві фігури називаються подібними, якщо вони переводяться одна в одну перетворенням подібності.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пряма переходить в пряму, промінь у промінь, відрізок – у відрізок. 2. Кут переходить у рівний йому кут. 3. Якщо $F \sim F_1$, то $\frac{S_F}{S_{F_1}} = k^2$, де S_F і S_{F_1} – площі подібних фігур F і F_1.
<p align="center">ГОМОТЕТІЯ</p>		
	<p>Перетворення називається гомотетією, якщо воно переводить кожен точку X фігури F у точку X_1 фігури F_1 так, що $OX_1 = k \cdot OX$, де $k \neq 0$ – коефіцієнт гомотетії. O – центр гомотетії.</p>	<p>Гомотетія має всі властивості перетворення подібності. Пряма переходить у паралельну їй пряму або у себе.</p>

Під час пояснення навчального матеріалу за допомогою слайдів уроки проходять у вигляді шкільної лекції, де учні не тільки слухають, про-

дивляються інформацію на екранах, конспектують, а й відповідають на запитання, розв'язують задачі за наведеним зразком.

Висновки. Результати експериментального дослідження переконують в тому, що дана методика використання наочності при вивченні подібності трикутників у курсі геометрії 9 класу сприяє кращому засвоєнню учнями геометричного матеріалу, розвиває їх інтерес до математики.

Список використаних джерел:

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. 5 – 12 класи. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. – К.: Ірпінь, Перун, 2005. – 65 с.

3. Смержевський Л.О. Методика використання наочності на уроках алгебри і геометрії в основній школі / Л.О.Смержевський, Ю.Л.Смержевський. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010. – 184 с.

In the article the method of the use of evidentness is exposed at the study of geometrical transformations to the course of geometry of a 9 class of middle general educational establishments.

Key words: *moving, symmetry in relation to a point and line, turn, transformation of similarity, homothety.*

УДК 372.53 (07)

Сондак О.В., аспірант кафедри МВФі ДТОГ

ОРГАНІЗАЦІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ПІДХОДУ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ В МЕДИЧНИХ КОЛЕДЖАХ

У статті показано можливості організації індивідуального підходу навчання як одного із засобів формування предметної компетентності.

Ключові слова: *експеримент, індивідуалізація, компетентність, контроль, самостійна робота, фізика.*

Оскільки сучасне молоде покоління прагне отримувати якісно інший навчальний матеріал, ніж пропонують діючі стандартні програми, проблема індивідуалізації навчання в сучасній освіті набуває особливої актуальності. Як свідчить досвід сучасних науковців, якраз недостатня індивідуалізація навчального процесу у вищих навчальних закладах є однією з основних причин відносно низької ефективності навчання. Тому, вивчаючи різноманітні індивідуальні й психологічні особливості студента, виявляючи сильні й слабкі сторони особистості й відповідним чином, враховуючи ці особливості й специфічні якості вихованця, викладач може обирати методи, прийоми й засоби педагогічного впливу. На сучасному етапі проблема індивідуалізації навчання досліджується в різних аспектах: зокрема в аспекті конкретних навчальних предметів

(М.Корець, Л. Новікова, О.Падалка, А.Шемшуріна, О.Федоришин та ін.), в системі позашкільної освіти (О. Биковська), а також й у відповідних напрямках модернізації професійно-педагогічної підготовки майбутніх викладачів (П. Атаманчук, Н.Дем'яненко, В. Ковальчук, П. Гусак, В. Шарко, М. Шкіль, М. Шут, О.Ярошенко та ін.).

Метою нашої статті є дослідження проблеми індивідуалізації навчання під час вивчення фізики студентами медичних коледжів.

Удосконалюючи самостійну роботу студентів відповідно до їх індивідуальних здібностей, педагоги можуть реалізувати індивідуалізацію. Якщо студенти в аудиторії самостійно працюють над виконанням одних і тих же завдань, то це – індивідуальна робота, якщо ж завдання підібрані для кожного студента з урахуванням його індивідуальних особливостей, то йдеться про індивідуалізацію навчання.

У широкому змісті індивідуалізація – це комплекс заходів, спрямованих на визначення об'єктивних чинників виховання. Вузьке розуміння поняття "індивідуалізація" передбачає собою сукупність форм і методів виховання, спрямованих на формування гармонійно розвинутої особистості в умовах вищого навчально закладу. Збудженню інтересу до фізики сприяє самостійний пошук, творчі завдання, застосування знань у нових ситуаціях, додаткове використання на практичних заняттях демонстрацій, самостійних дослідів, дослідницьких експериментів, інших засобів емоційного впливу. Заняття повинні бути організовані так, щоб усі без винятку студенти були зайняті виконанням посильного для них пізнавального завдання. Викладач повинен добре знати індивідуальні особливості студентів; бажано так організувати заняття, щоб вони сприяли постановці досить високих вимог до самих підготовлених студентів, забезпечували їх максимальний інтелектуальний розвиток і в той же час створювали умови для успішного здобуття знань і вмінь менш підготовленими студентами [3].

Ефективність індивідуалізації підвищується, коли вона ґрунтується на всебічному й комплексному підході до вивчення особливостей студентів-медиків, що виявляються в направленості особистості, інтелектуальній, емоційній, вольовій сферах.

Оскільки об'єм знань, якими повинен оволодіти студент за період навчання настільки великий, що нестача часу на його вивчення, а отже, і перенавантаження студентів стали очевидними. Також явна невідповідність між об'ємом навчального матеріалу і часу, який відводиться на його вивчення. Особливо велике навантаження студентів з середнім рівнем знань і здібностей. Оскільки, такі студенти складають більшість, то викладачі знижують темп і глибину викладання матеріалу. Але це ставить в дуже не вигідне положення студентів з високим рівнем знань. Такі студентів не задовільняє рівень і темп викладу навчального матеріалу, розвиток їх здібностей гальмується. Застосування індивідуалізації навчання в медичних коледжах може вирішити таку проблему.

Експериментальні дослідження показали, що використання індивідуалізації на заняттях з фізики підвищує якість знань і підвищує інтерес до вивчення фізики. Це все говорить про те, що індивідуалізація навчання дозволяє розвинути цікавість студентів-медиків і досягнути покращити навчально-виховну роботу в коледжі.

Оскільки для успішного опанування фізики у ВНЗ важливе не лише оволодіння знаннями, а й вироблення умінь та навичок, сучасне обладнання дає змогу студентові працювати в індивідуальному темпі. Комп'ютери дозволяють успішно використовувати у навчанні завдання на моделювання різних ситуацій, на пошук і усунення деяких проблем, коли є велике число варіативних способів вирішення.

Особливої уваги потребує виконання практичної частини, покликаної сформулювати в студентів узагальнене експериментальне вміння: планування експерименту, вимірювання фізичних величин, обробка результатів дослідів та ін. Усі лабораторні роботи та роботи фізичного практикуму є обов'язковими. Проте, в залежності від наявності лабораторного обладнання, викладач може коригувати тему лабораторної роботи чи фізичного практикуму. З метою раціонального використання часу доцільно частину лабораторних робіт проводити як короткочасні або домашні [1; 2].

Застосування комп'ютерної техніки під час проведення занять дозволило підвищити індивідуалізацію групових завдань, оскільки окремі суб'єкти навчальної діяльності були майже незалежними щодо вибору темпу сприймання, обробки та засвоєння інформації. Індивідуальний підхід до студентів виявлявся також у динамічній зміні складності поставлених перед ними завдань.

Напрямки та рівні індивідуалізації повинні враховуватись під час створення і добору комп'ютерне-орієнтованих систем навчання, із застосуванням яких реалізується принцип індивідуалізації навчання з фізики. Зокрема, під час добору методики подання та перевірки засвоєння предметних знань і умінь студентів необхідно враховувати мотиваційні аспекти індивідуально-особистісні, психофізіологічні особливості кожного студента. Важливим є також забезпечення визначення і врахування індивідуального початкового рівня, тобто визначення обсягу та глибини засвоєння опорних знань, сформованості відповідних умінь, стійкості навичок.

Індивідуалізацію навчання можна організовувати в урочний та позаурочний час в навчальному закладі та за його межами. Студент може працювати самостійно з книжкою чи комп'ютером, або разом з викладачем, батьками чи однокласником. За допомогою індивідуальних занять студент може розглядати навчальний матеріал, передбачений програмою для вивчення на даний проміжок часу; здійснювати повторення пройденного матеріалу; вивчати новий матеріал, випереджаючи програму.

Розвиток індивідуальної роботи зі студентами позитивно впливає на формування їх професійної мотивації та успішне входження у студентське середовище. Індивідуалізація дає змогу в умовах колективної навчальної роботи кожному студенту йти до оволодіння навчальним матеріалом своїм шляхом.

Індивідуалізація є ефективним засобом формування предметних компетентностей студентів у процесі навчання фізики, оскільки головною перевагою індивідуального навчання є те, що воно дозволяє повністю адаптувати зміст, методи та темпи діяльності студента до його особливостей, стежити за кожною дією та операцією при розв'язуванні конкретних завдань, за його рухом від незнання до знання, а також вчасно вносити необхідні корективи до діяльності як студента, так і викладача.

Дослідження показали, що дидактично обгрунтоване використання індивідуалізації дає змогу істотно підвищити ефективність формування предметних компетентностей студентів і сприяє реалізації компетентного, особистісно орієнтованого і діяльнісного підходів до навчання. Компетентним студент може стати лише самостійно, визначивши для себе і апробувавши на собі різні моделі поведінки в даній предметній області, відібравши з них ті, які найбільше відповідають його індивідуальному стилю, естетичним прагненням та моральним установкам. При цьому допомагає індивідуалізація, оскільки суть індивідуалізації полягає в адаптації навчання до змісту і рівня знань, умінь та навичок кожного студента або до характерних для нього особливостей процесу засвоєння, або навіть до деяких стійких рис його особистості [5].

Індивідуалізація навчання є педагогічною умовою стимулюючої функції контролю, тому що за результатами виконання завдань робиться висновок про рівень володіння студентами пізнавальними операціями, спроможністю підготувати індивідуальні завдання відповідного рівня складності. Отже, відбувається самодиференціювання навчальних досягнень студентів, що стимулює їх до активної діяльності в навчальному процесі і сприяє формуванню предметної компетентності.

Реалізація індивідуального підходу до формування предметних компетентностей студентів у процесі навчання фізики є одним з основних завдань дидактики фізики. Принцип індивідуалізації в цьому аспекті визначається не тільки широким колом доступної інформації з фізики та наочних моделей, але й більш детальним підходом до контролю [3; 4].

Гармонічна інтеграція навчального, організаційно-методичного та наукового процесів у медичних коледжах – основа формування сучасного студента, який не може сформуватися як грамотний спеціаліст без інтегрального освоєння всіх трьох складових в період навчання. Через такий вид роботи він набуває навичок навчання, засвоєння, переробки та використання нової інформації.

Отже, нові вимоги, які ставить перед сучасною освітою суспільство, можливо виконати лише за умови використання новітніх методів на-

вчання в поєднанні з класичними. Застосування індивідуалізації навчання на заняттях сприяє формуванню предметних компетентностей в студентів ВНЗ, що стає однією із визначальних умов для здобуття студентами освітнього рівня, який відповідає їх особистим потребам і можливостям, таланту.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Дидактичні основи формування фізико-технологічних компетентностей учнів: монографія / П.С. Атаманчук, О.П. Панчук. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2011. – 252 с.
2. Атаманчук П. С. Методичні основи управління навчанням фізики : монографія / П. С. Атаманчук, О. М. Семерня. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський державний університет, 2005. – 196 с.
3. Вербицкий А.А. Компетентностный подход и теория контекстного обучения / А.А. Вербицкий // ИЦ ПКПС. – М., 2004. – 84 с.
4. Володько В.М. Індивідуалізація і диференціація навчання: понятійно - категорійний аналіз / В.М. Володько // Пед. і психологія. – № 4. – 1997. – С. 9-17.
5. Заболотний В.Ф. Формування методичної компетентності учителя фізики засобами мультимедіа: [монографія] / Володимир Федорович Заболотний. - Вінниця : Едельвейс і К, 2009. – 454 с.

The paper demonstrates the possibility of individual approach learning as a means of forming the subject of competence.

Key words: *experiment, individualization, competence, control, self-study, physics.*

УДК 371.68:004.9

Татауров В.П., асистент кафедри інформатики

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ПОЧАТКОВОЇ ШКОЛИ

Стаття присвячена розгляду питань застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі початкової школи, які дозволяють диференціювати процес навчання молодших школярів з урахуванням їх індивідуальних особливостей. Використання ІКТ для візуалізації добірок теоретичних, хронологічних матеріалів на уроках підвищує наочність викладу досліджуваного матеріалу, стимулює самостійну діяльність учня, забезпечує пошук і переробку різноманітної інформації.

Ключові слова: *освітній процес початкової школи, застосування інформаційно-комунікаційних технологій, комп'ютерні середовища, візуалізація знань.*

Застосування інформаційно-комунікаційних технологій в освітньому процесі початкової школи – вимога часу. У зв'язку з цим, зараз все активніше застосовується інформатизація початкової освіти, яка є значною частиною такого глобального соціального процесу, як інформатизація життя суспільства. В класах початкової школи з'явилися інтерактивні дошки, молодші школярі працюють з ноутбуками, користуються мережею Інтернет, активно використовують пристрої для електронного голо-

сування, малюють на планшетах. У разі вимушеної відсутності на уроці учень початкової школи цілком може брати участь в освітньому процесі через технологію віртуально класу, Skype, Лунс.

Застосування у повсякденній навчальній діяльності інформаційних технологій є одним із дієвих засобів підвищення ефективності організації навчально-виховного процесу, і освітньої діяльності в цілому.

Розглянемо основні форми застосування інформаційно-комунікаційних технологій на уроці:

- мультимедійний проектор, телевізор, який може бути використаний для презентації науково-дослідних робіт так і для проведення позакласних заходів;

- інтерактивна дошка – дозволяє працювати на великому екрані з текстами та об'єктами, аудіо-і відеоматеріалами, інтернет-ресурсами, робити записи від руки поверх відкритих документів і зберігати інформацію. Додатково, вчителі та викладачі можуть створювати власні навчальні програми, вносити зміни в ході проведення занять і записувати вироблені дії для неодноразового використання створених на дошці уроків і семінарів,

- всесвітня комп'ютерна мережа Internet – використання наукової і культурної інформації зі всіх наявних джерел інформації (музеї та схошища світу);

- живе спілкування, а також можливість завжди бачити події, що відбуваються світу через міжнародні сервери.

Активне застосування засобів ІКТ в початковій школі дає можливість досягнення найкращих цілей освіти, дає можливість навчитися збирати факти, вміти їх аналізувати, а також уміти правильно висловлювати свої думки як на паперовому носії, так і усно. Використання ІКТ засобів покращує логічного міркування дитини, вміння робити вибір і приймати серйозні рішення [2, С. 69].

Застосування ІКТ на уроках дозволяє робити наступне:

- створювати і впроваджувати дидактичні матеріали;
- використовувати сучасне програмне забезпечення для проведення уроку;

- проводити моніторинг за результатами навчання;

- створення тестових завдань.

Саме на уроках з використанням ІКТ можна розкрити особисті здібності учня в його умінні пізнавати інформацію. Вищевказані здібності будуть проявлені з урахуванням вибору найбільш оптимальних форм організації процесу його самостійної навчальної діяльності, в тому, як учень може застосовувати ті знання, які він отримав на уроках, його уміння вирішувати нетрадиційні, творчі завдання і те, як він може будувати взаємини зі своїми однолітками, батьками та педагогами. Також необхідно враховувати те, що однією з суттєвих психолого-педагогічних характеристик дитини в молодшо-шкільного віку є роль

навчально-ігрових засобів в організації діяльності. Як свідчать дослідження щодо розвитку наочно-дієвих форм мислення, яке складає основу для переходу до наочно-образного мислення, що у свою чергу, є необхідною складовою у розвитку логічного (понятійного) мислення (зароджується у молодшому шкільному віці). Отже, враховуючи той чинник, що провідним видом діяльності дітей дошкільного віку є ігрова діяльність, а дітей молодшого шкільного віку – навчальна діяльність, а ігрова ж діяльність продовжує відігравати допоміжну роль. Тому цей чинник інтенсивного розвитку дітей необхідно враховувати під час залучення програмно-апаратних засобів у навчально-ігрову діяльність [3, С. 301].

Комп'ютер на уроці дозволяє бути не тільки тренажером, але і засобом наочного подання матеріалу, бути зберігачем інформації, а також і засобом для контролю знань. Однією з основних проблем навчання є необхідність утримання уваги учнів, а саме, завдяки застосуванню ІКТ на уроці можна забезпечити інтерактивність навчання, яскраву зміну вражень і утримати увагу дітей на протязі всього уроку. Особливістю є те, що увага при цьому носить не споглядальний характер, а і мобілізуючий, тому що відбувається на екрані вимагає від вчення відповідної реакції.

Особливістю використання на уроках ІКТ є те, що присутній покрокова послідовність самостійних дій учнів, яка буде сприяти всій активізації навчального процесу, де можлива індивідуалізації і диференціації навчання [1, С. 8].

Таким чином, можна зробити висновок про те, що сучасні інформаційно-комунікаційні технології в процесі навчання початкової школи дозволяють візуалізувати теоретичні збірки, хронологічні матеріали, що дозволяє підвищити наочність на уроках досліджуваного матеріалу, стимулювати самостійну діяльність учня, забезпечити пошук і переробку різноманітної інформації, а також індивідуалізувати і урізноманітнити навчання.

Список використаних джерел:

1. Савинов Т. Т. Информационные технологии в сфере образования: учеб. пособие / Т.Т.Савинов, Д.А.Данилов, Е.А.Басахранова. — М.: Изд. центр «Академия», 2002. — 243 с.
2. Завьялова А. О. Воспитание ценностных основ информационной культуры младших школьников / А. О. Завьялова // Начальная школа. 2005. — №11.
3. Литвинова С. Г. Виртуальный класс как компьютерно ориентованное учебное средовище учителя загалноосвітнього навчального закладу / С. Г. Литвинова // Інформаційні технології і засоби навчання. — 2011. — №2 (22).
4. Татауров В.П. Моделі організації навчання основам інформатики у початковій школі та засоби їх реалізації /Т.В. Татауров // Інформаційні технології в освіті. — 2013. — № 15. — С. 298-303.

The article is devoted to the use of modern information and communication technologies in the learning process of primary school, which lets-tion process of learning to differentiate primary school children based on their indie vidualnyh features. Using ICT to visualize theoretical-lists them in chronological classroom materials increases the visibility of presentation doslidzhuva tion material promotes independent student activities, provides search and re-processing of diverse information.

Key words: educational process of primary school, the use of information-traditional communication technologies, computing environment, visualization of knowledge.

УДК 519.6

Чевська К.С., асистент кафедри інформатики

РОЗВ'ЯЗАННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ФРЕДГОЛЬМА І РОДУ МЕТОДОМ РЕГУЛЯРИЗАЦІІ ТИХОНОВА

На конкретному прикладі розглянуто алгоритм розв'язання інтегральних рівнянь Фредгольма I роду методом регуляризації Тихонова.

Ключові слова: інтегральні рівняння, регуляризація.

У курсі математичного моделювання, при вивченні тієї чи іншої теми виникає завдання практичної реалізації вивчених методів. Основною метою статті була практична реалізація алгоритму розв'язання інтегральних рівнянь методом квадратур з регуляризацією Тихонова засобами комп'ютерної математики.

Розглядалося рівняння типу згортки

$$\int_{-\infty}^{+\infty} K(x-s)y(s)ds = f(x), \quad -\infty < x < +\infty, \quad (1)$$

яке при використанні програми було замінено на рівняння

$$\int_a^b K(x-s)y(s)ds = f(x), \quad c \leq x \leq d \quad (2)$$

Розписавши інтеграл (2) по формулі трапецій, отримаємо СЛАР

$$\sum_{j=1}^n r_j K_{ij} y_j = f_i, \quad i = \overline{1, m}. \quad (3)$$

СЛАР (3) можна записати у вигляді

$$Ay = f. \quad (4)$$

В методі регуляризації 0-го порядку Тихонова замість СЛАР (4) розв'язується СЛАР

$$(\alpha E + A^T A) y_\alpha = A^T f. \quad (5)$$

де $\alpha > 0$ – параметр регуляризації, E – одинична матриця, A^T – транспонована матриця.

Регуляризований розв'язок можна записати у вигляді

$$y_\alpha = (\alpha E + A^T A)^{-1} A^T f. \quad (6)$$

Важливим є питання про вибір параметра регуляризації α . Існує ряд способів його вибору: спосіб нев'язки, узагальнений спосіб нев'язки, спосіб відношення, метод перехресної значимості, спосіб підбору, спосіб

залежності, тощо. В даній статті порядок регуляризації α брався з залежності

$$\alpha = C\delta^2, \quad (7)$$

де $C > 0$ константа, а δ відповідні помилки (10).

Спочатку розв'язувалась пряма задача знаходження $f(x)$, шляхом розв'язання СЛАР (3). Точний розв'язок брався у вигляді

$$y(s) = \begin{cases} (1-s^2)^2, & |s| \leq 1, \\ 0, & |s| \geq 1. \end{cases} \quad (8)$$

Точне ядро вважалось рівним

$$K(x) = \sqrt{\frac{3,92}{\pi}} e^{-3,92x^2}. \quad (9)$$

Сітки вузлів по x і по s вважалися рівномірними, де $c = -1,4$; $d = 1,4$; $h_x = 0,1$ (число вузлів x -сітки рівне $l = 29$), $a = -1$; $b = 1$; $h_s = 0,2$ (число вузлів s -сітки рівне $n = 11$).

Далі до значень $f(x)$ за допомогою датчика випадкових чисел було додано помилки

$$\delta = 0,00005; 0,0005; 0,005; 0,05 \text{ і } 0,1. \quad (10)$$

Точне ядро $K(x,s)$ замінено наближенням

$$\tilde{K}(s) = \sqrt{\frac{4}{\pi}} e^{-4x^2}. \quad (11)$$

Підставивши всі отримані дані, було розв'язано СЛАР (6).

В ході виконання програми було отримано такі результати:

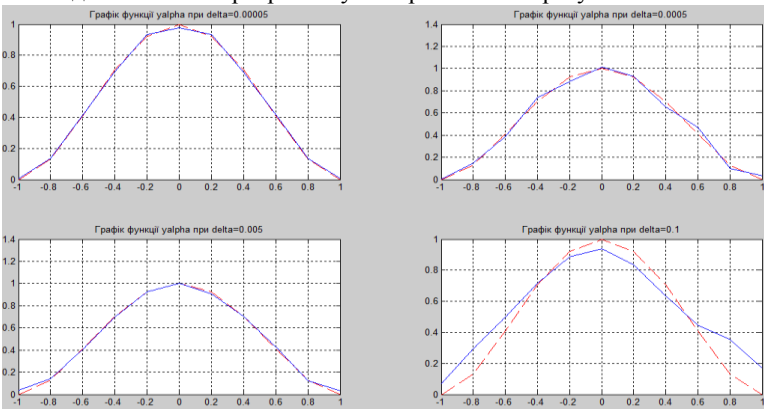
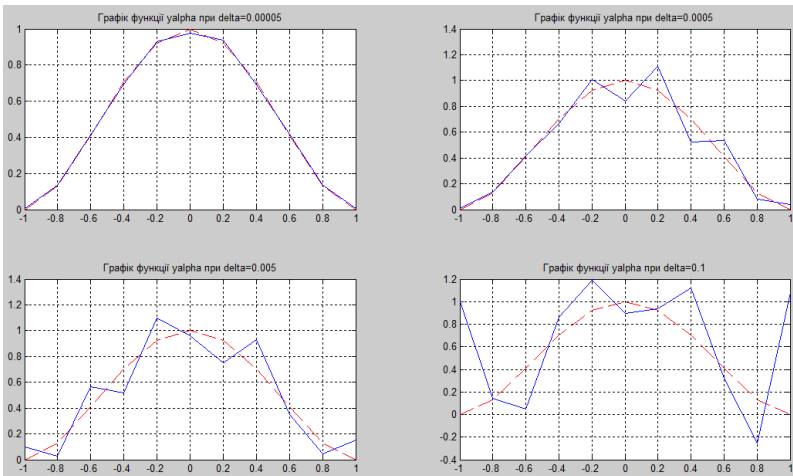
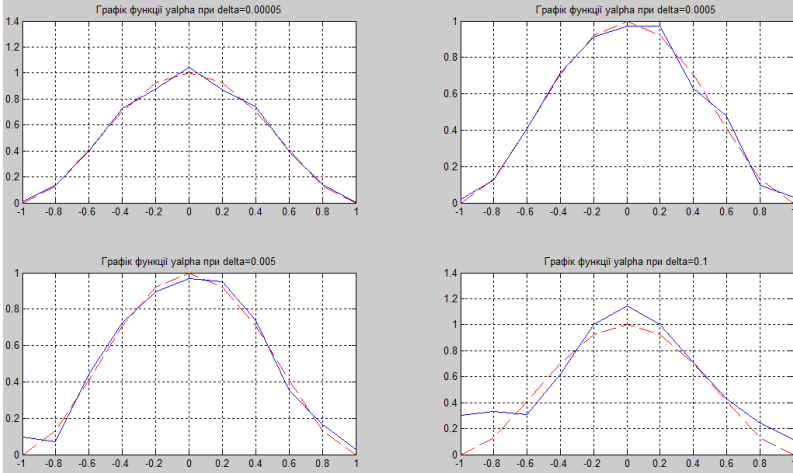


Рис. 1. Графіки функції u_α при різних δ , $C=10$

-- графік точного розв'язку u , — регуляризований розв'язок u_α



Як видно з рисунків, із збільшенням похибки δ та при зменшенні константи C точність отриманих розв'язків зменшується. Отже, використаний алгоритм розв'язання інтегральних рівнянь методом квадратур з регуляризцією Тихонова засобами комп'ютерної математики, дає можливість отримати точні значення, при знаходженні найбільш оптимального параметра регуляризації α .

Список використаних джерел:

1. Верлань А.Ф. Интегральные уравнения: методы, алгоритмы, программы / А.Ф. Верлань, В.С. Сизиков. – Киев: Наук. думка, 1986. – 544 с.
2. Сизиков В.С. Обратные прикладные задачи и MatLab: Учебное пособие / В.С. Сизиков. – СПб.: Издательство “Лань”, 2011. – 256.

In a specific example describes an algorithm for solving integral equations of the Fredholm type I method of Tikhonov regularization.

Key words: *integral equations, regularization.*

УДК 351.745

Чорна О. Г., старший викладач кафедри МВФ і ДТОГ

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ З БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

У статті розглянуті методи самостійної роботи при вивченні безпеки життєдіяльності, її види та форми.

Ключові слова: *навчання, самостійна робота, компетентність, метод, безпека життєдіяльності.*

У загальних положеннях Закону України "Про вищу освіту" чільне місце серед основних термінів посідає поняття компетентності та якості освіти. Важливими завданнями вищої школи поряд із професійною підготовкою є творчий розвиток студентів, формування їх професійних якостей, низки компетентностей, які спонукають до самовдосконалення фахівця [2].

За умовами Болонської конвенції, в процесі навчання студента, збільшується частка самостійної роботи (самоорганізації, самоосвіти), що відводить самостійній роботі провідну роль у навчанні студентів. Тому з переглядом норм навчального часу, що відводиться на аудиторну й самостійну роботу студентів, розвитком інформаційних технологій, вимоги до неї постійно змінюються, що призводить до розробки нових методик, форм, технологій організації самостійної роботи.

Метою статті є розкриття питань методики організації самостійної роботи студентів в процесі вивчення дисципліни «Безпека життєдіяльності».

Навчальна дисципліна «Безпека життєдіяльності» займає провідне місце у структурно-логічній схемі підготовки фахівця оскільки є дисципліною, що дозволяє випускнику вирішувати професійні завдання за певною спеціальністю з урахуванням ризику виникнення внутрішніх і зовнішніх небезпек, що спричиняють надзвичайні ситуації та їхніх негативних наслідків (типова програма).

«Безпека життєдіяльності» – це дисципліна гуманітарно-технічного спрямування, котра носить, насамперед, світоглядний характер. Її завдання – забезпечити загальну освіту в галузі безпеки. Вивчення дисцип-

ліни «Безпека життєдіяльності» сприяє усвідомленню студентами необхідності збереження здоров'я, охорони навколишнього середовища, формує вміння уникати небезпек, приймати правильні рішення [1].

Проблема організації самостійної роботи студентів завжди була і залишається актуальною для педагогічних досліджень науковців. Теоретичні питання організації самостійної роботи студентів висвітлені в працях багатьох науковців: А. Алексюка, Ю. Бабанського, В. Безпалька, П. Підкасистого та ін. У працях Б. Єсіпова, І Зімньої, А. Ковальова, І. Кузьміної, А. Усової широко розкрито поняття змісту самостійної роботи. Різні аспекти самостійної роботи студентів розглянуто у численних дослідженнях вітчизняних педагогів (Ф.М. Алексюк, В.К. Буряк, Л.В. Клименко, В.В. Луценко, М.Ш. Сметанський та ін.).

Насамперед, перед викладачами постає завдання організувати процес вивчення безпеки життєдіяльності в такий спосіб, щоб студенти змогли на практиці відчувати підвищення рівня їх знань. Тож організація самостійної роботи студента стає одним з пріоритетних завдань у роботі педагога в навчальному закладі будь-якого рівня. Її мета полягає не тільки в тому, аби студенти накопичили знання, а повинна створити можливість для розвитку здібностей студентів [6].

Отже, згідно Болонської конвенції, самостійна робота повинна бути вільна від жорсткого детермінізму, при якому кожен крок студента у вивченні дисципліни передбачений заздалегідь, визначений в часі, позбавляючи при цьому останнього будь-якого інтересу до навчання. Тому, Болонська конвенція наголошує на виробленні у студентів уміння здобувати знання, а не отримувати їх в «готовому вигляді», тому при організації методики самостійної роботи необхідно не підносити студентам відібрану і спрощену інформацію, як істину в останній інстанції, а надавати їм певну свободу у виборі матеріалу і послідовності його вивчення. Самостійна робота націлює студента на роботу з першоджерелами – книгами, схемами, інструкціями, нормативною документацією, правилами і т. ін. Вона формує у студентів цілий ряд корисних умінь і навичок, таких, як пошук, самостійне вивчення, аналіз та узагальнення матеріалу, підготовка досліджуваного матеріалу, відстоювання своєї позиції в диспуті. Крім того, самостійна робота розвиває вміння діяти в нестандартних ситуаціях, що виникають в умовах навчання і вільно орієнтуватися в життєвих ситуаціях.

Згідно дидактики вищої школи самостійна робота:

- є необхідним компонентом будь-якого методу навчання і будь-якого виду навчальних занять і зводиться до зовнішньої організації, тобто до створення умов для здійснення діяльності вчення за відсутності безпосереднього прямого управління з боку викладача в спеціально відведених для цього час (позааудиторний);

- діяльність, коли сам студент продумує матеріал, аналізує та узагальнює його, критично перевіряє свої висновки;

– обов'язковий елемент змісту освіти, що передбачається навчальним планом і особливостями роботи вищої школи.

Однак без глибокого усвідомлення теорії, механізмів, психолого-педагогічних принципів здійснення ефективного використання самостійної роботи, як форми організації навчання, малоймовірно і формально. Включаючи студентів в цілеспрямовану систематичну самостійну роботу, викладачеві необхідно спиратися на наступні теоретичні положення:

➤ основою для розвитку самостійності є такі групи компетентностей: загальнонавчальні (читання тексту, складання плану прочитаного, планування своєї діяльності); загальнологічні (виділення головного, доведення, формулювання висновків, питань); спеціальні, що відображають специфіку окремих дисциплін; комунікативні (участь у спільній діяльності, введенні діалогу з викладачем);

➤ педагоги і психологи виділяють чотири рівні самостійної продуктивної діяльності студентів, що відповідають їхнім навчальним можливостям: копіювання за заданим зразком; репродуктивна діяльність щодо відтворення інформації про різні властивості об'єкта, не виходить за межі рівня пам'яті; продуктивна діяльність самостійного застосування знань для вирішення завдань, що виходять за межі відомого зразка; самостійна діяльність з перенесення знань при вирішенні завдань в абсолютно нових ситуаціях, вироблення гіпотетичного аналогового мислення. Слід пам'ятати, що шлях за останнім рівнем самостійності лежить тільки через попередні рівні, відповідно будується програма дій викладача при організації самостійної роботи;

➤ самостійна діяльність – це вид діяльності з притаманними їй компонентами і успішність виконання її буде залежати від ступеня усвідомленості виконання всіх компонентів. Перш за все, усвідомленою і особистісно значущою повинна стати мета завдання, яка або задається студенту, або, на більш високому рівні, ставиться самостійно. Серед мотивів самостійної діяльності можна виділити: потребу розширити свої знання, дізнатися нове, оволодіти новими компетентностями; бажання проявити самостійність; мотив самоконтролю. У структурі діяльності присутні самостійні дії, що виконуються і контролюються без допомоги викладача, дії самоконтролю і оцінювальні дії, обов'язковий результат.

У процесі вивчення курсу «Безпека життєдіяльності» використовуються різні форми організації самостійної роботи в аудиторний і поза аудиторний час. До них відносяться: навчання з допомогою мультимедіа, обговорення, кейс-метод, моделювання ситуацій, самоосвіта. Індивідуальні навчальні завдання є важливим елементом самостійної роботи студентів. Індивідуальні завдання слід пропонувати студентам, усвідомлюючи рівень їх знань, типологічні відмінності, психологічні особливості. [4, С. 67-68].

Кейс-стаді, за визначенням вчених [5], це „сукупність умов та обов'язків, що описують конкретні, реальні обставини на даному етапі”.

Кейс, це завжди моделювання життєвої ситуації. Як інтерактивний, кейс-метод може застосовуватися при закріпленні знань та вмінь, що були отримані на попередніх заняттях, розвиткові навичок аналізу та критичного мислення, зв'язку теорії та практики.

Кейс-метод ґрунтується на принципах, які фактично змушують переглянути ролі викладача і студента. Зобов'язання викладача при застосуванні кейс-методу полягає в тому, щоб створити в навчальній аудиторії такі умови, які б дозволили розвинути у студентів вміння критично мислити, аналізувати, спонукати їх до того, щоб в процесі дискусії поділитися власними думками, ідеями, знаннями та досвідом. Індивідуальний аналіз кейсу і його обговорення в групі дають набагато більші можливості для розвитку фахової компетентності ніж заучування підручника чи конспекту лекцій.

Найголовнішою компетентністю, яку набуває студент під час навчання, повинно стати вміння під професійним кутом зору сприймати будь-яку наочну, вербальну інформацію, самостійно осмислювати, приймати рішення, оцінюючи його можливі наслідки, визначати оптимальні шляхи реалізації цього рішення [інт].

На самостійну роботу студентів з «Безпеки життєдіяльності» передбачена третина часу (18 годин) що виділяється на вивчення всього курсу.

Для організації самостійної роботи студентів нами розроблено:

➤ завдання з кожної лабораторної роботи, які діляться за рівнями, що розрізняються за характером навчальних завдань і пізнавальної діяльності на такі види: самостійні роботи за зразком; реконструктивні самостійні роботи; варіативні самостійні роботи; творчі самостійні роботи.

➤ блок питань, які не розглядалися детально на лекціях. У результаті опрацювання цих тем студент готує і оформляє звіт з виконаної роботи, або питання розглядаються на заняття кейс-методом;

➤ індивідуальні науково-дослідні завдання.

Отже, кожен з видів самостійної роботи характеризується змістово-логічними особливостями навчального матеріалу, ступенем самостійності студента в процесі діяльності. Організація самостійної роботи студентів сприяє підвищенню результативності навчання, формує у студентів здатність міркувати, запобігає формалізму у засвоєнні знань, розвиває активність та самостійність.

Список використаних джерел:

1. Безпека життєдіяльності та методика її вивчення: Навч. посібник / П. С. Атаманчук, В. В. Мендерецький, О. П. Панчук, У. І. Недільська, О. Г. Чорна. – Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друк-Сервіс», 2012. – 148 с.

2. Закон України про вищу освіту від 01.07.14 року / Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014. – № 37-38. – 2004 с.

3. Кохан О.М. Організація самостійної роботи студентів під час навчання іноземної мови / О.М. Кохан. – <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/12538/1/the%20self.pdf>

4. Мороз О. Г. Підготовка майбутнього вчителя: зміст та організація: [Навчальний посібник] / О. Г. Мороз, В. О. Сластьонін, Н. І. Філіпенко. – К., 1997. – 168 с.

5. Юлдашев З.Ю., Бобохужаев Ш.И. Инновационные методы обучения: Особенности кейс- стадии метода обучения и пути его практического использования / З.Ю. Юлдашев, Ш. И. Бобохужаев. – Ташкент: IQTISOD-MOLIYA, 2006. – 88 с.

6. https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CDwQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.nmc.od.ua%2Fwp-content%2Fuploads%2F2011%2F01%2FGrebenkova_keys.doc&ei=a5OGVKnmOYarU6bjgKgL&usg=AFQjCNEgxUeZLTeHnZj6azAd7VhNvPN6tA

The article describes the methods of independent work in the study of life safety, its types and forms.

Key words: education, independent work, competence, method, life safety.

УДК 371.31 ББК 4420.25

Шамрай Т.О., провідний фахівець кафедри інформатики
Просандєв О.Є., студент фізико-математичного факультету

НАВЧАННЯ ШКОЛЯРІВ В УМОВАХ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Розглядаються перспективи використання хмарних технологій в освітньому процесі сучасної школи. Розкривається визначення cloud computing, описуються моделі хмар. Видаються основні сервіси на основі cloud computing і можливості застосування їх в процесі навчання школярів. Виявляються переваги і недоліки застосування хмарних технологій в освітньому процесі школи.

Ключові слова: інформаційне середовище освітньої установи; хмарні обчислення; моделі хмар; хмарні технології; Google Apps; Live@edu.

Інформатизація освіти нині є необхідною умовою поступального розвитку суспільства. Вдосконалення інформаційних технологій займає важливе місце серед численних нових напрямків розвитку освіти. Вона націлена на розвиток шкільної інфраструктури, а саме інформаційного середовища освітньої установи, що припускає впровадження і ефективне використання нових інформаційних сервісів. Важлива роль нових інформаційних технологій в освіті полягає в тому, що вони не лише виконують функції інструментарію, що використовуються для вирішення окремих педагогічних завдань, але і надають якісно нові можливості навчанню, стимулюють розвиток дидактики і методики, сприяють створенню нових форм навчання і освіти. З розвитком комп'ютерних засобів і впровадженням їх в освітній процес у його учасників з'являються нові можливості, реалізуються нові підходи.

Одним з перспективних напрямів розвитку сучасних інформаційних технологій є хмарні технології. Під хмарними технологіями (англ. cloud

computing) розуміють технології розподіленої обробки даних, в якій комп'ютерні ресурси і потужності надаються користувачеві як інтернет-сервіс [2; 4; 5]. Проаналізуємо суть і основні характеристики хмарних технологій для того, щоб обґрунтувати можливість і доцільність їх застосування в освітньому процесі сучасної школи.

Національний інститут стандартів і технологій США (National Institute of Standards and Technology — NIST) в документі «NIST Definition of Cloud Computing v15» [4] визначив хмарні обчислення як модель надання зручного мережевого доступу (у міру необхідності) до мереж, серверів, систем зберігання, застосувань і сервісів, які можуть бути швидко надані і звільнені з мінімальними зусиллями з керування і необхідністю взаємодії з провайдером послуг. При хмарних обчисленнях дані постійно зберігаються на віртуальних серверах, розташованих в хмарі, а також тимчасово кешуються на клієнтській стороні на комп'ютерах, ноутбуках, нетбуках, мобільних пристроях і т. п. [2].

Незважаючи на відносну новизну хмарних технологій (перший проєкт був реалізований в 1999 р.), вже накопичений досвід, поки незначний, їх застосування в освітньому процесі учбових закладів різних рівнів.

Одним із варіантів використання хмарних сервісів, який поширюється у сфері освіти, є переміщення в хмару систем керування навчанням (Learning Management Systems, LMS). Передача підтримки таких LMS, як Blackboard, Moodle і т. д., зовнішнім провайдерам має сенс для освітніх установ, які не можуть дозволити собі купівлю і підтримку дорогого устаткування і програмного забезпечення.

Проаналізувавши моделі хмар і досвід застосування їх в зарубіжних країнах, ми дійшли висновку, що частіше за все освітні установи використовують модель хмари «програмне забезпечення як сервіс». Використання цієї моделі не вимагає від освітньої установи створення власного сервера і його обслуговування, дозволяє уникнути економічних і організаційних витрат і дає можливість встановлювати власні додатки на платформі, що надається провайдером послуги.

Проведений аналіз дозволив виділити наступні переваги використання хмарних технологій в освітньому процесі:

➤ **економічні:** основною перевагою для багатьох освітніх закладів являється економічність. Це особливо помітно, коли послуги, подібні електронній пошті, безкоштовно надаються зовнішніми провайдерами. Устаткування для цих послуг може використовуватися для інших цілей або ліквідуватися. Приміщення звільняється, що є актуальним в умовах, коли все частіше відчувається нестача навчальних аудиторій; **технічні:** мінімальні вимоги до апаратного забезпечення (обов'язковою умовою є лише наявність доступу до мережі Інтернет); **технологічні:** більшість хмарних послуг високого рівня або досить прості у використанні, або вимагають мінімальної підтримки;

➤ **дидактичні:** *широкий спектр он-лайн-інструментів і послуг, які забезпечують безпечне з'єднання і можливості співпраці педагогів і учнів.*

У рамках нашого дослідження інтерес представляє остання група переваг.

Можна виділити і деякі недоліки хмарних технологій, які носять в основному технічний і технологічний характер і не впливають на їх дидактичні можливості і переваги. До таких недоліків можна віднести обмеження функціональних властивостей програмного забезпечення в порівнянні з локальними аналогами, відсутність вітчизняних провайдерів хмарних сервісів (Amazon, Google, Salesforce та ін. зосереджені в США), відсутність вітчизняних і міжнародних стандартів, а також відсутність законодавчої бази застосування хмарних технологій.

Нині найбільш поширеними системами сервісів на основі технологій хмарних обчислень, що використовуються в освітньому процесі, є Microsoft Uve@edu і Google Apps Education Edition. Вони є веб-додатками на основі хмарних технологій, що надають учням і викладачам навчальних закладів інструменти, використання яких покликане підвищити ефективність спілкування і спільної роботи [5].

Проте сьогодні недостатньо опрацьовані методичні і технологічні аспекти застосування хмарних технологій в освітньому процесі.

На прикладі сервісів Google Apps Education Edition запропонуємо наступні можливості їх застосування в освітньому процесі сучасної школи.

Обмін інформацією і документами, необхідними для навчального процесу, учнів один з одним і з викладачами: перевірка домашньої роботи, консультування по проектах і рефератах. Таку можливість надає використання електронної пошти, чату і форуму.

Виконання спільних проектів в групах: підготовка текстових файлів і презентацій, організація обговорення корекцій в документах в режимі реального часу з іншими співавторами, публікація результатів роботи в Інтернеті у вигляді загальнодоступних веб-сторінок, виконання практичних завдань на обробку інформаційних об'єктів різних видів: форматування і редагування тексту, створення таблиць і схем в текстовому редакторі. Такі можливості дає використання сервісів Google Docs (Документи і Презентації).

Організація мережевого збору інформації від безлічі учасників освітнього процесу. Учитель отримує можливість відслідковувати етапи вдосконалення кожного завдання у міру того, як учні його виконують. Сервіс Google Docs (Таблиці) дозволяє створювати звідні таблиці і діаграми з метою аналізу даних. Можливе проведення і індивідуальних, і спільних практичних робіт по таких розділах шкільних дисциплін, як моделювання, обробка числових даних в таблицях, побудова діаграм.

Здійснення поточного, тематичного, підсумкового контролю, а також самоконтролю. Використання сервісу Google Docs (Форми) надає учителем

леві можливість організувати тест з різними типами питань із застосуванням спеціальних форм в документі.

Планування навчального процесу засобами сервісу Google Calendar дозволяє створювати розклад теоретичних і практичних занять, консультацій; інформувати учнів про домашнє завдання, про перенесення занять, нагадувати про контрольні і самостійні роботи, строки здачі рефератів, проектів.

На основі розглянутих сервісів сформулюємо дидактичні можливості хмарних технологій, що підтверджують доцільність їх застосування в освітньому процесі сучасної школи :

- можливість організації спільної роботи великого колективу вчителів і учнів;
- можливість як для вчителів, так і для учнів спільно використовувати і публікувати документи різних видів і призначення;
- швидке включення створюваних продуктів в освітній процес завдяки відсутності територіальної прив'язки користувача сервісу до місця його надання;
- організація інтерактивних занять і колективного викладання;
- виконання учнями самостійних робіт, у тому числі колективних проектів, в умовах відсутності обмежень на «розмір аудиторії» і «час проведення занять»;
- взаємодія і проведення спільної роботи в колі однолітків (і не лише) незалежно від їх місцезнаходження;
- створення web-орієнтованих лабораторій в конкретних предметних областях (механізми додавання нових ресурсів; інтерактивний доступ до інструментів моделювання; інформаційні ресурси; підтримка користувачів та ін.);
- організація різних форм контролю;
- переміщення в хмару систем управління навчання (наприклад, Moodle);
- нові можливості для дослідників по організації доступу, розробці і поширенню прикладних моделей.

Таким чином, головною дидактичною перевагою використання хмарних технологій в освітньому процесі є організація спільної роботи учнів і викладача.

Хмарні технології дають можливість школярам взаємодіяти і вести спільну роботу з кругом однолітків незалежно, що безперервно розширюється, від їх місця розташування. Дані технології доставляють навчальні матеріали найбільш економічним і надійним способом, відрізняючись простотою поширення і оновлення. Саме хмарні технології дозволяють здолати існуючі бар'єри: географічні, технологічні, соціальні.

Хмарні технології пропонують альтернативу традиційним формам організації навчального процесу, створюючи можливості для персонального навчання, інтерактивних занять і колективного навчання. Впрова-

дження хмарних технологій не лише понизить витрати на придбання необхідного програмного забезпечення, підвищить якість і ефективність освітнього процесу, але і підготує школяра до життя в сучасному інформаційному суспільстві.

Список використаних джерел:

1. Сейдаметова З.С. Хмарні сервіси в освіті / З.С. Сейдаметова, С.Н. Сейт-велиева // Інформаційні технології в освіті. 2011. – № 9. – С. 9-15.
2. Hewyvit C. ORGs for Scalable, Robust, Privacy – Friendly Client Cloud Computing // IEEE Internet Com – puting. Vol. 12, no. 5. NY, USA, Sep. Oct. 2008. doi: 10.1109/MIC.2008.107
3. Gillam Lee. Cloud Computing : Principles, Systems and Applications / Nick Antonopoulos, Lee Gillam. L.: Springer, 2010 (Computer Communications and Networks).
4. Mell P., Grance T. The Nist Definition of Cloud Computing V15. URL: <http://www.slideshare.net/cros-sgov/nist-definition-of-cloud-computing-vi5>.
5. Misevicien R., Budnikas G., Ambrazien D. Application of Cloud Computing at KTU : MS Live@Edu Case // Informatics in Education, 2011, Vol. 10, No. 2. URL: http://www.mii.lt/informatics_in_educa-tion/pdf/INFEi94.pdf.

УДК 519.87

Щирба В.С., кандидат фізико-математичних наук, доцент
Щирба О.В., асистент кафедри інформатики

НЕПРЯМІ МЕТОДИ В ЗАДАЧАХ ОПТИМІЗАЦІЇ

Розглядається теорія використання непрямих методів розв'язування задач оптимізації, побудованими на принципі мінімуму Понтрягіна чи інших критеріях оптимальності, порівнюються класичний прямий метод та метод внутрішньої точки.

Ключові слова: методи розв'язування задач оптимального управління, метод внутрішньої точки.

Задачі оптимізації з функціональною залежністю по часу, де рівняння та нерівності, що описують модель стану, складають динамічну систему, формують важливий підклас задач оптимального управління. Вони успішно піддалися дослідницького нападу багатьма математиками-теоретиками та інженерами, зазвичай, або непрямыми методами, побудованими на принципі мінімуму Понтрягіна зведення до багатоточкових крайових задач чи інших критеріях оптимальності, або прямими методами, де рівняння стану описують дискретизацію, як правило, першого порядку, а решта нескінченновимірних нелінійних умов розв'язуються деякими стандартними методами, можливо, використовуючи спеціальні структури з наступною дискретизацією диференціальних рівнянь для розв'язання ефективними методами лінійної алгебри.

Непрямі методи забезпечують ефективні засоби для розв'язання задач оптимального управління з високими вимогами до точності. Вони часто зустрічаються в аерокосмічних застосуваннях, але, як правило, страждають від меншої області зміни та залежності від апріорних знань про структуру оптимального розв'язку. Незважаючи на те, що проблема забезпечення відносно точного початкового наближення розв'язку та структуру переходу на наступне наближення є досить зрозумілою, вона може бути важкою задачею, яку не легко автоматизувати.

Прямі методи, головним чином, застосовуються в промислових задачах про оптимізацію, де вимагаються менш точні наближення розв'язку, але потребують більш швидких і більш надійних методів. Зокрема, прямі методи в змозі автоматично визначити ітерацію знаходження оптимального розв'язку. З іншого боку, прямі методи часто застосовують алгоритми, зорієнтовані розв'язувати скінченновимірні задачі оптимізації, а це, як відомо, працює тільки на скінченновимірні задачі або на ті випадки, коли існує модельний ряд розкладу для того, щоб збільшити розмір задачі. Так як при досить тонкій дискретизації зберігаються властивості неперервності задачі, то, як очікується, можна керувати дискретною задачею і існує проміжок, в якому прямі методи працюють в контексті адаптованості до розв'язання неперервної задачі.

Одним із прикладів ефективного використання непрямих методів є метод внутрішньої точки розв'язування задачі лінійного програмування, який базується на умовах Каруша-Куна-Такера. Потреба в цьому методі виникла через обмеженість в використанні симплекс-методу. При використанні симплекс-методу кількість кроків алгоритму скінчена, але може мати експоненціальний характер.

Перший поліноміальний алгоритм для розв'язування задачі лінійного програмування, метод еліпсоїдів, був запропонований у 1979 р. радянським математиком Л. Хачіяном, розв'язавши таким чином проблему, яка довгий час залишалася невирішеною. Метод еліпсоїдів має зовсім іншу, некомбінаторну, природу, ніж симплекс-метод. Однак в обчислювальному плані метод виявився безперспективним. Проте сам факт поліноміальної складності завдань привів до створення цілого класу ефективних алгоритмів лінійного програмування – методів внутрішньої точки, перший з яких був алгоритм Н. Кармаркара, запропонований у 1984 р.

Метод внутрішніх точок, який, на відміну від симплекс-методу, обходить точки з внутрішньої частини області допустимих значень, використовує методи логарифмічних бар'єрних функцій нелінійного програмування, що розроблені в 60-х рр. Фіако (Fiacco) і МакКорміком (McCormick).

Загальна ідея методу внутрішньої точки:

- вибираємо довільну точку x_0 всередині многогранника допустимих розв'язків;
- знаходимо перетворення φ , для якого $(c, \varphi(x)) < (c, x)$;

➤ на кожному кроці ітерації переходимо від x_k до $x_{k+1} = \varphi(x_k)$, залишаючись всередині многогранника;

➤ коли значення $(c, \varphi(x))$ буде достатньо малим, переходимо з біжучої точки в найближчу точку многогранника, яка і буде розв'язком.

При використанні методу внутрішньої точки кількість кроків алгоритму залежить від виду перетворення і, взагалі кажучи, не є скінченною.

Для побудови чисельного алгоритму з використанням методу внутрішньої точки, задачу приводимо до задачі лінійного програмування в стандартній формі:

$$\min c^T x \quad (1)$$

$$Ax = b, x \geq 0,$$

де $A \in R^{m \times n}$, $b \in R^m$, $c \in R^n$, $x \in R^n$ і $m \leq n$.

Двоїста задача до задачі (1) матиме вигляд:

$$\text{знайти} \quad \max b^T y \quad (2)$$

при обмеженнях $A^T y + z = c, z \geq 0,$

де $y \in R^m$ вектори вільних змінних і $z \in R^n$ вектор зведення обмежень нерівностей у обмеження рівняння.

Умови Каруша-Куна-Таккера для рівнянь (1) і (2) мають вигляд:

$$Ax - b = 0$$

$$A^T y + z - c = 0 \quad (3)$$

$$ZXe = 0$$

$$(x, z) \geq 0,$$

де $e = (1, 1, \dots, 1) \in R^n$, $X = \text{diag}(x)$ і $Z = \text{diag}(z)$ – діагональні матриці, складені з векторів x та z відповідно.

Система (3) визначає необхідні і достатні умови оптимальності розв'язку задач (1) і (2) (якщо ці розв'язки існують). Тобто, якщо оптимальний розв'язок задачі (1) існує, то він є розв'язком системи (3) і навпаки (аналогічно і для двоїстої задачі (2)). Тому для знаходження розв'язку задачі (1) достатньо знайти розв'язок системи (3).

Для розв'язання системи (3) використовуємо ітераційний метод лінеаризації. За стартову точку прямо-двоїстого ітераційного процесу виберемо довільну внутрішню допустиму точку (x^0, y^0, z^0) задачі (1) – (2). Вектор x^0 повинен задовольняти умовам $Ax^0 = b, x^0 > 0$. В свою чергу, двоїстий вектор z^0 також задовольняє певним обмеженням, а саме:

$$A^T y^0 + z^0 = c, z^0 > 0,$$

а вектор y^0 приймає вільні значення.

Тобто, початкове значення x^0, z^0 вибираємо так, щоб кожна координата цих векторів була більшою від нуля.

На k -ій ітерації знаходимо поправку $\delta x, \delta y$ і δz до наближеного значення (x^k, y^k, z^k) , яка (після підстановки в систему (3) повинна була б задовольняти нелінійну систему (4):

$$\begin{aligned} A(x^k + \delta x) - b &= 0, \\ A^T(y^k + \delta y) + z^k + \delta z - c &= 0, \\ (X^k + \delta X)(Z^k + \delta Z)e &= 0, \end{aligned} \quad (4)$$

$$x^k + \delta x \geq 0, z^k + \delta z \geq 0.$$

Замість (14) будемо розв'язувати лінеаризовану систему

$$\begin{aligned} A\delta x &= r_p, \\ A^T\delta y + \delta z &= r_d, \\ Z^k\delta x + X^k\delta z &= r_a, \end{aligned} \quad (5)$$

де $r_p = b - Ax^k$, $r_d = c - z^k - A^T y^k$, $r_a = -X^k Z^k e$.

Для розв'язання системи (5) використовують методи лінійної алгебри. Спочатку рядом перетворень її можна звести до системи лінійних неоднорідних рівнянь, яку можна розв'язати будь-яким із класичних методів. Наприклад, систему можна розв'язати методом Гауса або, враховуючи симетричність головної матриці одержаної системи (це можна досить просто встановити), скористатися схемою Халецького

Як бачимо, обидва методи принципово різняться в побудові алгоритму і постає питання, якому з них надати перевагу при розв'язуванні конкретних задач. Симплекс-метод приваблює простою ідеєю пошуку і скінченністю кроків алгоритму. Навіть можна підрахувати максимальне число переходів. Разом з тим, на відмінну від ітераційних методів, він погано піддається роботі з наближеними числами і його складніше запрограмувати, а це важливо при розробці математичних пакетів. Можливо тому в інформатиці метод внутрішньої точки більш ефективний. Йому надають перевагу в багатьох програмних продуктах. Так, наприклад, в середовищі Excel для розв'язання задач лінійного програмування передбачено надбудову «Поиск решения», де запропоновано два методи: метод Ньютона (непрямий метод) та градієнтний метод (ще один класичний прямий метод розв'язування задачі оптимального керування), а про симплекс-метод взагалі не згадується.

Список використаних джерел:

1. Евтушенко Ю.Г. Применение метода Ньютона к решению задач линейного программирования / Ю.Г. Евтушенко, В.Г. Жадан, А.П. Черенков // Журнал вычислительной математики и математической физики. – Том 35, 1995. – №6. – С. 850–866.
2. Калиткин Н.Н. Численные методы / Н.Н. Калиткин, М. : Наука, 1978. – 512 с.
3. Ортега Дж. Введение в численные методы решения дифференциальных уравнений / Дж. Ортега, У. Пул, М. : Наука. 1986. – 288 с.

We consider the use of the theory of indirect methods for solving optimization problems, based on the principle of Pontryagin minimum or other criteria of optimality compared to the classical direct method and interior-point method .

Key words: *methods for solving optimal control motod internal point*

УДК 004.93'1

Смалько О.А., кандидат педагогічних наук, доцент

АНАЛІЗ ПРОГРАМ РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНОГО ВВЕДЕННЯ

У статті аналізується існуюче програмне забезпечення, призначене для розпізнавання рукописного введення, у тому числі те, в якому підтримується українська мова.

Ключові слова: *рукописне введення, онлайн розпізнавання, програми розпізнавання рукописного тексту.*

Зі зростанням популярності серед вітчизняних покупців пристроїв із сенсорними екранами все більш затребуваними стають програмні застосунки, що забезпечують введення текстових повідомлень від руки, зокрема українською мовою.

Рукописне введення є найшвидшим способом створення нотаток, нагадувань, коротких повідомлень, приміток, коментарів на різноманітних сервісах. Його зручно використовувати для створення коротких записів стоячи, на ходу, без використання опорної поверхні (столу), наприклад, в транспорті, в метро, на оперативних нарадах тощо.

Загалом, розпізнавання рукописного введення — це здатність комп'ютера отримувати та інтерпретувати рукописне введення з таких джерел, як паперові документи, фотографії, сенсорні екрани та інші пристрої. Розпізнавання тексту може здійснюватися "автономним" (off-line) методом з уже написаного на папері тексту або "оперативним" (on-line) методом, що реалізується шляхом зчитування рухів кінчика стилуса (пера) або пальця руки з поверхні спеціального (сенсорного) екрана і переведення отриманих ліній у цифровий формат.

Онлайн-метод, у свою чергу, може забезпечувати посимвольний аналіз введення і розпізнавання злитого тексту.

За час існування сенсорних пристроїв створено досить багато програмних засобів, орієнтованих на розпізнавання рукописного введення. Для комп'ютерних користувачів з України може виявитись корисним огляд програм, здатних розпізнавати рукописне введення тексту українською мовою.

Метою даної статті є аналіз можливостей програмного забезпечення, в якому реалізується "онлайнове" розпізнавання введення, у тому числі українських рукописних літер.

Першим пристроєм, що демонстрував зачатки рукописного введення інформації в ЕОМ, був графічний планшет Stylator (скорочення від Stylus Translator), розроблений американським інженером Томом Даймондом у 1957 році. Він складався з пера (стилуса) і плоскої панелі, чутливої до натиснення. В основі роботи пристрою лежала звичайна прямокутна сис-

тема координат; пристрій розпізнавав кожне нове положення стилуса відносно нульової точки і заносив результати до пам'яті комп'ютера.

Найвідомішим з ранніх графічних планшетів, що поклав початок популярності цих пристроїв, став так званий RAND Tablet (також відомий як "Графакон" або Grafacon від ГРАФічний КОНвертер/Graphic Converter). Представлений американською компанією RAND в 1964 році, він був досить дешевим та зручним для того, щоб його могли закуповувати університети, лабораторії, інститути та інші користувачі комп'ютерної техніки. Під екраном цього пристрою розташовувалася щільна мережа дрітків, на які подавались закодовані трійковим кодом Грея електричні імпульси. Ємнісно зв'язане перо приймало ці сигнали, відтак виникала магнітна взаємодія, і отримані сигнали надходили в пам'ять комп'ютера.

Значно пізніше, у 1982 році, з'явилися перші термінали з підтримкою рукописного введення: PenPad 200 (американської компанії Pensept) і POS-термінал Inforite (американської компанії INFORITE Corp.), що продавався англійською фірмою Cadre Systems Limited.

І лише у 1989 році американець Джефф Хоукінс разом з працівниками компанії GRiD Systems Corp. створили GRiDPad, перший у світі планшетний ПК з рукописним введенням, який вже можна вважати мобільним пристроєм (випускала цей планшет південнокорейська корпорація Samsung) [4].

У цьому ж 1989 році Джефф Хоукінс запатентував метод, який у подальшому було покладено в основу унікальної системи рукопису Graffiti, що у свій час відрізнялась від інших високою швидкістю роботи і якістю розпізнавання рукописного введення завдяки використанню спеціальної системи запису, схожої на скоропис. Дана технологія була відмінною особливістю кишенькових комп'ютерів компанії Palm (і ряду інших пристроїв, заснованих на операційній системі Palm OS).

Американська компанія Apple Computer свою першу серію персональних цифрових помічників MessagePad для платформи Newton, в яких використовувались повноцінні механізми розпізнавання рукописного тексту, випустила у 1993 році. Спочатку в MessagePad використовувалась система Calligrapher, розроблена російською компанією ParaGraph International, а згодом і інша розробка російських програмістів з компанії Paragon Software — технологія PenReader, яка на 2005 рік вже підтримувала українську мову (створено також версії PenReader для TabletPC, Microsoft Windows 7/Vista/XP, Windows Mobile [15]).

Пізніше в Apple було створено власну технологію розпізнавання рукописного введення, спочатку відому під назвою Rosetta, а пізніше перейменовану в Inkwell (скорочено Ink), для функціонування якої потрібне було під'єднання до комп'ютера з Mac OS X графічного планшета (зі стилусом) [10] (розробники: Ларрі Стівен Йегер, Брендін Вебб, Річард Френсіс Лайон). Для того, щоб використовувати цю технологію на сучасних ноутбуках Macintosh (MacBook) без графічного планшета, достатньо

встановити програмний застосунок Inklet американської компанії Ten One Design, який перетворить мультитач-трекпад в планшет з підтримкою розпізнавання рукописного тексту в системі [3].

З часу створення перших програмних реалізацій механізми розпізнавання рукописного введення невпинно вдосконалюються: покращуються їх функціональні можливості, розширюється число платформ, на які вони портуються, збільшується кількість мов, розпізнавання яких підтримується. Ось приклади деяких програмних засобів з подібними можливостями: ritePen (для Windows; розробник: компанія Evernote Corp.), CalliGrapher (для Windows Mobile; розробник: компанія PhatWare Corp.) [5], Jot (для Palm OS; розробник: компанія Communications Intelligence Corporation), Graffiti Anywhere (для Palm OS; розробники: Тьєррі Есканд та Жиль Фабр), Newpen (для Palm OS; розробник: Тацуо Нагамацу) [6], HWPen (для iPhone; розробник: компанія Hanwang.com.cn) [9], Esperanto (для PocketPC; розробник: Сергій Лапський), Graphite (для PocketPC; розробник: компанія MacCentre), PocketPCRecognizerPack (для PocketPC) і Russian Enhancement Pack for Tablet PC (для Microsoft Windows XP Tablet PC Edition) компанії Quarta Technologies, Transcriber і Block Recognizer (для PocketPC; розробник: компанія Microsoft), "Рукопись" (для Pocket PC; розробник: Андрій Чистяков) [2], CellWriter (для Linux; розробник: Майкл Левин) [20], WritePad (для Android, Apple iOS, Windows Phone) і WritePad Pro (для iOS) компанії PhatWare Corp.) [16] та інші.

Іноколи функціонал розпізнавання рукописного введення вбудовується в окремі програмні застосунки загального чи спеціального призначення. Наприклад, в деякі браузери (зокрема, в Nintendo DS Browser — версію браузера Opera для кишенькових гральних консолей японської компанії Nintendo), в програми для створення заміток (WritePad Pro для iOS; PhatPad для Android, Windows та iOS [16]; GoodNotes для iOS [8]; MetaMoJi Note для iOS, Windows і Android [11]), в окремі офісні програми (наприклад, з пакету Microsoft Office 2003, і ще більш досконалий інструментарій — у новітні версії 2010/2013, які підтримують модуль, розроблений в Microsoft), в програмне забезпечення, яким забезпечується функціонал інтерактивних дошок або дисплеїв (наприклад, EasiTeach Next Generation британської компанії RM Group, SMART Notebook канадської компанії SMART Technologies, Smoothboard сингапурської компанії Smoothboard Tech, StarBoard Software японської компанії Hitachi тощо).

Деякі програмні застосунки, в яких реалізовано функції розпізнавання рукописного введення, надбудовуються над іншими програмами для розширення їх функціональних можливостей, наприклад засіб PenOffice [17] спеціально створено для інтеграції з програмами пакетів Microsoft Office і OpenOffice, але він дозволяє вводити розпізнаний текст і в інші програми. Також PenOffice раніше входив, наприклад, до стандартного

комплекту поставки графічних планшетів Airtek Nuregren і деяких моделей цифрових ручок. Ще один приклад подібного програмного забезпечення — JustWrite Office [19].

З 2003 року технології розпізнавання рукописного введення почали вбудовуватись у мобільні телефони, а згодом у смартфони (моделі пристроїв, в яких підтримувалась технологія випускали, зокрема, компанії Motorola, Nokia, HTC, Sony Ericsson, TIANYU, LG і т.д.).

Функції розпізнавання рукописного введення є і у переліку опцій сенсорних панелей, за допомогою яких здійснюється керування інформаційно-розважальними та навігаційними системами в автомобілях деяких марок, наприклад, в Audi A3/A6/A8 (в системі MMI Touch), Opel Insignia (для систем IntelliLink Touch R700, IntelliLink Navi 900), Mercedes-Benz C/S і V-класу (для COMAND Online), BMW (для мультимедійного комплексу iDrive, що також вбудовується в деякі автомобілі Rolls-Royce і MINI).

Спеціальні служби розпізнавання рукописного введення вбудовуються у сучасні версії операційних систем. В Microsoft Windows, наприклад, за допомогою такої служби можна перейти до використання панелі введення планшетного ПК замість звичайної клавіатури [7]. Поки що тестується подібна можливість в Google Chrome OS (знайти її можна у збірці для розробників) [1].

Українські рукописні літери і тексти почали розпізнаватись досить непогано на комунікаторах і кишенькових комп'ютерах компанії Microsoft, завдяки програмному застосунку InPad версії 2.0 американської компанії Microth, що функціонував на платформах Pocket PC (з Windows Mobile 2003/2003 SE) і Tablet PC (з Windows XP Tablet PC Edition) [13].

Практично одночасно явився світові програмний продукт PenReader для Tablet PC, в якому розпізнавались українські літери (про нього мова йшла вище).

Найбільш повноцінну на даний час підтримку української мови забезпечує технологія My Script французької однойменної компанії [14]. Її активно впроваджують у різноманітні програмні застосунки, що створюються для різних платформ, а також в сучасне периферійне комп'ютерне обладнання (в інтерактивні дошки, у цифрові ручки тощо). З метою якнайкращої підтримки української мови в застосунках компанії My Script, з нею співпрацює Національний університет "Львівська політехніка".

Американська корпорація Google також пропонує вітчизняним користувачам повноцінну підтримку розпізнавання українського рукописного введення у своїх сервісах Перекладач Google, Документи Google, електронна пошта Gmail.

Провівши аналіз можливостей існуючого програмного забезпечення, в якому реалізовано функції розпізнавання рукописного введення, можна

зробити висновок, що в процесі динамічного розвитку ІТ-технологій, розробники розглянутих програмних засобів поступово вдосконалюють їх функціональні можливості, збільшують кількість підтримуваних мов і значно розширюють сфери їх застосування. Наприклад, недавно компанія SMART Technologies запропонувала програмне рішення Smoothboard Air, завдяки якому у шкільній чи університетській аудиторії можна організувати повноцінну систему сумісницького навчання (з використанням інтерактивної дошки і планшетів з Android та iOS) [18]. З появою нових пристроїв створюються більш досконалі технології, адаптовані до нових апаратно-програмних баз. Наприклад, недавно корпорація Microsoft представила систему розпізнавання введення для платформи Android Wear, і тепер рукописне введення буде підтримуватись навіть на наручних годинниках [12].

Список використаних джерел:

1. В Chrome OS появилась функция распознавания рукописного ввода. — Режим доступу: URL: <http://www.3dnews.ru/824212>. — Назва з екрану.
2. Дашкевич В. Ввод информации на коммуникаторах под управлением Windows Mobile. — Режим доступу: URL: http://www.mobi.ru/Articles/2612/Vvod_informacii_na_kommunikatorah_pod_upravleniem_Windows_Mobile.htm. — Назва з екрану.
3. Как сделать из трэкпада MacBook Pro настоящий заменитель Wacom? — Режим доступу: URL: <http://geektimes.ru/post/80620>. — Назва з екрану.
4. Литвиненко Ю. История планшетных компьютеров. — Режим доступу: URL: http://ddriver.ru/kms_catalog+stat+cat_id-11+page-1+nums-126.html. — Назва з екрану.
5. Распознаватели текста — туда и обратно. — Режим доступу: URL: <http://www.liveinternet.ru/users/4085298/post167574141>. — Назва з екрану.
6. Три сравнительно удобных способа ввода текста в Palm. — Режим доступу: URL: <http://www.hpc.ru/lib/arts/1887>. — Назва з екрану.
7. Belousov A. Рукописный ввод и планшетные компьютеры. — Режим доступу: URL: <http://www.atary66.ru/rukopisnyj-vvod-v-plansetnom-komputere>. — Назва з екрану.
8. GoodNotes. — Режим доступу: URL: <http://www.goodnotesapp.com>. — Назва з екрану.
9. Handwriting IME — распознавание рукописного ввода для iPhone. — Режим доступу: URL: <http://playstoreapps.ru/?p=44683>. — Назва з екрану.
10. iUkraine.ru. Apple працює над системою рукописного введення. — Режим доступу: http://iukraine.ru/2013/01/17/apple_pracyu_nad_sistemoju_rukopisnogo_vvedennya_dlya_iphone.html. — Назва з екрану.
11. MetaMoJi Note. — Режим доступу: URL: <http://noteanytime.com>. — Назва з екрану.
12. Microsoft разработала систему рукописного ввода для платформы Android Wear. — Режим доступу: http://www.overclockers.ru/hardnews/64479/Microsoft_razrabotala_sistemu_rukopisnogo_vvoda_dlya_platformy_Android_Wear.html. — Назва з екрану.

13. MICROTH. Solutions for mobile world. What is InPad? — Режим доступу: URL: <http://www.microth.com/Inpad/default.asp>. — Назва з екрану.
14. MyScript. The Power of Handwriting. — Режим доступу: URL: <http://www.myscript.com>. — Назва з екрану.
15. PenReader Handwriting Recognition Technology. — Режим доступу: URL: <http://handwriting-sdk.com>. — Назва з екрану.
16. PhatWare Corporation. — Режим доступу: URL: <http://www.phatware.com>. — Назва з екрану.
17. PhatWare Corporation. PenOffice. — Режим доступу: URL: <http://www.phatware.com/index.php?q=page/penoffice/windows#>. — Назва з екрану.
18. Smoothboard Air. Collaborative interactive whiteboard for multiple iPads and Android tablets. — Режим доступу: URL: <http://www.smoothboard.net>. — Назва з екрану.
19. Wacom Estore.JustWrite Office.— Режим доступу: <http://www.wacom.eu.com/software-to-be-paid/just-write-office/justwrite-office-download-d-en-f-es-i-nl.htm>. — Назва з екрану.
20. Willis N. CellWriter: Open source handwriting recognition for Linux. — Режим доступу: URL: <http://archive09.linux.com/feature/120867>. — Назва з екрану.

This article is about the handwriting recognition software, including that which recognizes handwriting in Ukrainian.

Key words: *handwriting recognition, on-line recognition, handwriting recognition software.*

**ВІСНИК
КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
імені Івана Огієнка
Фізико-математичні науки
Випуск 7**

Здано в набір 23.12.2014. Підписано до друку 29.12.2014.
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.