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 11

Кам’янець-Подільський
2018

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 №11 від 27 грудня 2018 р.).

Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки. - Випуск 11. - Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2018. - 129 с.

ЗМІСТ

УДК 378.011.3-051:53

Атаманчук П.С., доктор педагогічних наук, професор

ІННОВАТИКИ В УПРАВЛІННІ ЯКІСТЮ НАВЧАННЯ ІНДИВІДА

Мета даної публікації співвідноситься з наслідками впровадження колективних (наукова школа П. С. Атаманчука – Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка) інноваційних теоретичних і практичних напрацювань, дієвих методик і технологій щодо управління процесами формування авторського педагогічного кредо (прогнозованих професійних компетентностей та світогляду) майбутнього учителя. Проблему результативного навчання трактуємо як науку про оптимізацію та закономірності організації, контролю, управління навчально-пізнавальною діяльністю, предмет якої співвідноситься з процесами заданості корисних установок, прогнозованої міри обізнаності, власної системи цінностей, професійного компетентнісного досвіду.

Ключові слова: *концепція, контроль, управління, методика фізики, менеджмент навчання, компетентність, світогляд, педагогічне кредо, фізико-технологічний профіль, STEM-освіта.*

Проблему результативного навчання, варто трактувати як науку про оптимізацію та закономірності організації, контролю, коригування та управління в такому навчанні, предмет котрого співвідноситься із заданістю корисних установок, прогнозованістю міри обізнаності, власною системою цінностей, професійними компетентнісним та світоглядним досвідом [1–4].

Якщо ж вказану проблему розглянути з позицій компетентнісного підходу (***компетенція*** **– це потенціальна міра інтелектуальних, духовно-культурних, світоглядних та креативних можливостей індивіда;** ***компетентність*** **– виявлення цих можливостей через дію: розв'язування проблеми (задачі), креативна діяльність, створення проекту, обстоювання точки зору тощо**), то цей процес прогнозується як цілісний цикл. І вже на підставі осмислення факту невідворотності протікання (а, отже, й певної міри результативності) процедури формування предметних і професійних компетентностей [1–3], приходимо до висновку, що в основі менеджменту якості підготовки фахівців має бути об'єктивний контроль результатів навчання та реальне управління (прогнозування, зіставлення, коригування, регулювання) процедурою формування компетентностей [2]. Трактуючи якість як системну методологічну категорію, що відображає ступінь відповідності результату поставленій меті, легко окреслити траєкторію розв'язання вказаної проблеми [1–7] як, взагалі, так і в застосуванні до конкретної освітньої галузі «фізико-технологічної», а точніше – професійного становлення майбутнього фахівця формування його педагогічного кредо).

Цивилізований світ визнає престижність фізико-технологічної освіти. Звісно, що майбутній педагог-фізик, в нинішню епоху, стає, чи не єдиним, носієм навчально-наукових новацій, пов'язаних зі STEM-освітою та NBIC-технологіями (N – нано, B – біо, I – інфо, C – когно). Помітною тенденцією багатьох дидактичних розвідок виступає їхня інноваційна зорієнтованість на ідеологію STEM-освіти, яка передбачає об'єднання природничих наук (Scince), використання нових технологій (Technology), інженерії (Engineering) та математики (Mathematics). Головний вектор таких процедур – це готовність суб'єкта до креативної творчої діяльності упродовж усього свого життя. Ми впевнились, що основою формування прогнозованих компетентностей та світогляду того, кого навчаємо є його **залучення** до активної навчально-пізнавальної діяльності, такої, щоб ***«теоретик» більше практикував, а «емпірик» більше теоретизував.*** Дія механізму формування прогнозованих навчальних досягнень [4] зводиться до поступового та гарантованого підвищення рівня обізнаності того, хто навчається (таблиця 1).

Таблиця 1.

Компетентнісно-світоглядні характеристики особистості

Рівень	Ознаки компете-нтності	Позна-чення	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
	Розуміння головного	**РГ**	Учень (студент) свідомо відтворює головну суть у постановці і розв'язуванні пізнавальної задачі

Опти-мальний	Повне воло-діння 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 мисленєву 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 застосо-вувати знання	**УЗЗ**	Здатність свідомо застосовувати набуті знання в нестандартних навчальних ситуаціях (творче перенесення)
	Переконання	**П**	Міра обізнаності, незаперечна для особи, 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

Феномен якості навчання органічно пов'язаний зі світоглядним та методологічним аспектами людського знання і тому завжди несе у собі ознаки особистісної забарвленості: тільки власна діяльність може бути одночасно і джерелом, і засобом формування особистісних набутків (різної якості знань) людини [1–3]: **ЗЗ** - заучування знань; **НС** - наслідування; **РГ** - розуміння головного; **ПВЗ** - повне володіння знаннями; **УЗЗ** - уміння застосовувати знання; **Н** - навичка; **П** - переконання; **Зв** - звичка. Ефективність діяльнісної концепції у навчанні підтверджують результати багатьох досліджень вчених-дидактиків [1–7]. Однак, ми наголошуємо на ***можливості забезпечення результативного („бездефектного”) навчання усіх (а не якоїсь частини) учасників цього***

процесу за умови регулярно здійснюваного контролю, орієнтованого на еталонні вимоги. Виходимо з усвідомлення того, що тільки у випадку, коли здійснено надійний "запуск" навчальної діяльності має смисл говорити про систематичний і об'єктивний контроль як засіб цілеспрямованого управління результатами цієї діяльності. Розрізняють такі основні види контролю результатів навчальної діяльності: **поточний, тематичний та підсумковий**. Вони здійснюються практично за сумою всіх можливих цілей навчання: навчальною, дидактичною, розвивальною та виховною. Однак, кожен вид контролю має свою специфіку. Зміст *поточного контролю* визначається логікою конкретного уроку. В цьому виді контролю найбільш повно реалізується дидактична функція навчального матеріалу; в меншій мірі – розвивальна і виховна функції навчального матеріалу. Поточний контроль здійснюється від уроку до уроку і тут важливо витримати логіку інформаційних взаємозв'язків наступних уроків з попередніми. У переважній більшості навчальних ситуацій, поточний контроль орієнтує учня на досягнення у навчанні дидактичної мети - повного володіння знаннями **(ПВЗ)**. Проте, у навчанні можуть бути виправданими ситуації, коли орієнтир для навчальних устремлінь, у межах конкретного заняття, задається нижчими або вищими цілями-еталонами, в залежності від значущості конкретної пізнавальної задачі. Тому структурно-логічну схему цілей-еталонів для поточного контролю можемо зобразити у такому поданні (рис. 1).

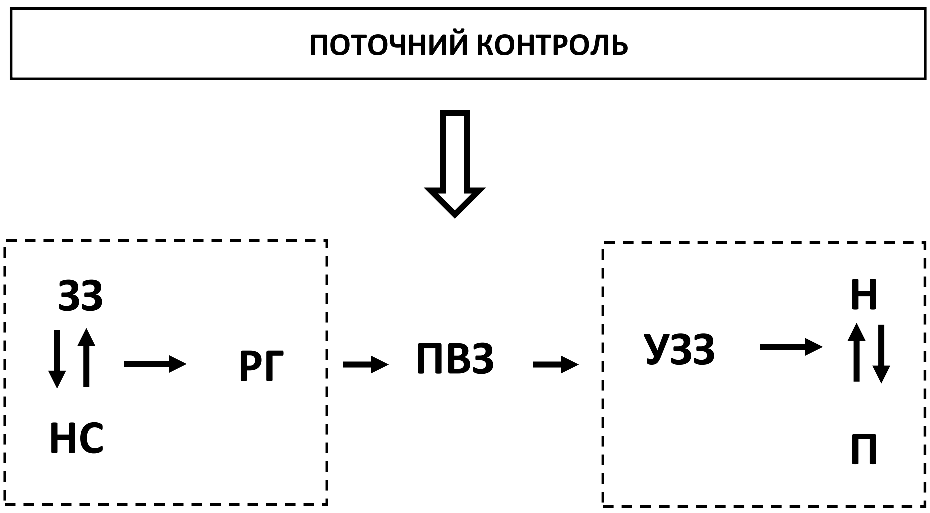


Рис. 1. Структурно-логічна схема цілей-еталонів для
поточного контролю з фізики

Пунктирними контурами окреслено еталони, які призначаються або не призначаються для конкретної пізнавальної задачі, залежно від її валентності. У технологічному ключі це означає, що в однаковій мірі недоцільно і навіть згубно буде намагатись "підняти планку" до **(ПВЗ)**, якщо, наприклад, задано орієнтир - **(РГ)**, або - опустити її до **(ПВЗ)**, якщо маємо підстави орієнтуватись на мету-еталон вищого рівня. Необхідно також виходити і з того, що функції поточного контролю будуть різними залежно від типу уроку. Поділяємо точку зору про те [3], що при первинному "входженні" в нову тему, поточний контроль набуває ознак формуючого характеру і здійснюється не заради лише виставлення учневі оцінки, а з тим, щоб, відповідно до цілей-еталонів, скорегувати його діяльність у потрібне русло. Однак у процесі повторення, систематизації тв узагальнення навчального матеріалу поточний контроль здійснюється і заради атестації учня. Через еталонні вимоги поточного контролю, встановлено [1] приблизно такий розподіл (у відсотках) учнів за домінуючою ознакою засвоєння навчального матеріалу: процес відбувається на рівні свідомого засвоєння навчального матеріалу, коли простежуються причинно-наслідкові зв'язки, логіка доказовості та ін. **(параметр усвідомленості**) - 20%; засвоєння навчального матеріалу проходить за схемою заучування (**параметр стереотипності**) - 40 %; засвоєння навчального матеріалу здійснюється за схемою наслідування (**параметр пристрасності**) - 40 %. Як правило, до першої групи учнів відносяться ті, хто регулярно працює, практично не мають прогалин у знаннях і стабільно краще навчаються; учням наступних двох груп властиві, перш за все, прогалини в опорних знаннях, низький рівень пошукової і творчої активності, нижчі показники успішності тощо. Однак, це не означає, що вказаною градацією ми хочемо скористатися для того, щоб констатувати й "узаконити", як своєрідну безумовність, існування поділу учнів на талановитих і менш талановитих. Відомий російський учитель-новатор І.П.Волков [2] радить, що не треба задаватись питанням про наявність чи відсутність таланту, а просто треба створювати умови для розвитку і використання творчих можливостей учня. З позицій нашого підходу з'ясовано, що діяльність тих, хто переважно засвоює навчальний матеріал за параметром стереотипності доцільно коригувати відповідно до схеми **"досліджуй → обгрунтовуй → узагальнюй"**, а, хто – за параметром пристрасності - до схеми **"узагальнюй → пересвідчуйся → досліджуй".**

Зміст тематичного контролю визначається логікою конкретної теми. І, оскільки, кожна навчальна тема репрезентує деяку цілісну картину пізнання, яка існує в суспільній свідомості, то при її вивченні учневі доводиться мати справу з класом взаємопозв'язаних пізнавальних задач. Тому важливо при здійсненні тематичного контролю орієнтуватися на логіку інформаційних взаємозв'язків генеральних понять і висновків теми. У цілому структурно-логічну схему цілей-еталонів для тематичного контролю можна подати так, як зображено на рисунку 2.

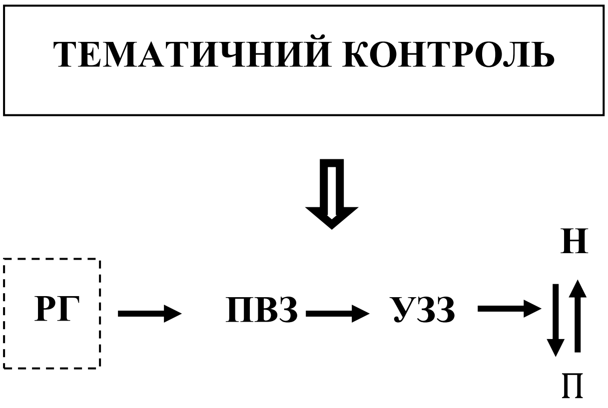


Рис. 2. Структурно-логічна схема цілей-еталонів для тематичного контролю

Пояснимо окремі моменти рис. 2. Пунктирний контур щодо рівня розуміння головного **(РГ)** свідчить про те, що в тематичному контролі здебільшого на таку мету-еталон не орієнтуються (якоюсь мірою це свідчення того, що пізнавальну задачу, засвоєння якої орієнтовано на такий низький рівень **(РГ)** варто зняти з розгляду взагалі). Що ж до інших цілей-еталонів, - **(ПВЗ), (УЗЗ), (Н), (П),** - якщо такі передбачено цільовою навчальною програмою або ж задано відповідними установками вчителя, то існує лише два можливих стани: мета-еталон досягнута ("1" або "+") або - не досягнута ("о" або "-"). Якщо наслідки тематичного контролю розглядати з позиції причинної зумовленості наслідками поточного контролю (тобто, в залежності від того як здійснювалась і регулювалась навчально-пізнавальна діяльність учнів), то стає зрозуміло, що висока кореляція середніх балів успішності учнів у поточному і тематичному контролі вказуватиме на ефективність, а низька - неефективність технологічної схеми навчання. Тобто, якщо відстрочений контроль підтверджує у знаннях учнів наявність таких особистісних набутків, які закладені навчальною програмою, то ми знаходимося на шляху до "бездефектного навчання".

Неважко бачити, що зміст *підсумкового контролю* визначається логікою навчального предмета, а якщо говорити більш конкретно - логікою інформаційних взаємозв'язків провідних теорій одного навчального курсу з іншими. В цьому контролі найбільш повно реалізуються розвивальна і виховна функції навчального матеріалу. Здійснюється підсумковий контроль за результатами вивчення великого розділу або всього навчального предмета. Структурно-логічну схему цілей-еталонів для підсумкового контролю знань учнів з фізики подаємо рисунком 3.

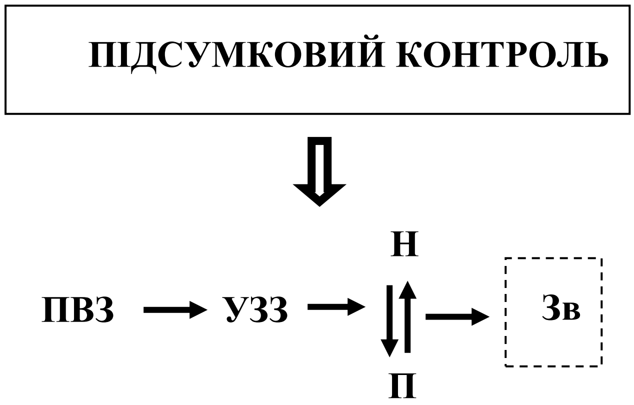


Рис. 3. Структурно-логічна схема цілей-еталонів

Зі схеми бачимо, що підсумковий контроль в основному орієнтує учня на вищі цілі-еталони. Штриховий контур щодо такого рівня набутків учня як звичка **(Зв)** вказує на те, що в певних випадках (коли свідоме самоуправління інтелектуальною, психомоторною чи почуттєвою дією переходить в автоматизм) можемо формувати і контролювати таку інтегральну якість особистості учня. І ще: зорієнтованість підсумкового контролю на вищі цілі-еталони необхідно сприймати діалектично: превалюючий рівень засвоєння навчального матеріалу – **(ПВЗ)**; інші рівні, - **(УЗЗ), (Н), (П)**, - досягаються відносно рідше (чинники: тривалість навчання, кількість і якість певних інтелектуальних чи почуттєвих вправ, ефективність дії функціонального, операціонального та мотиваційного механізмів психіки та ін.).

Таким чином, маємо підстави констатувати: ***найбільш інтенсивно управління навчально-пізнавальною діяльністю учнів здійснюється на формуючій стадії поточного контролю в ході конкретного заняття будь-якого типу (однак необхідно враховувати, що цілі-еталони залежно від типу уроку (заняття) змінюють свою валентність); ефективність управління навчанням зростає, коли діяльність того, хто навчається коректно спрямовується від здійснення первинних перетворень у предметі конкретної пізнавальної задачі (навчальна мета) до розширення власного тезаурусу в ході засвоєння даного навчального матеріалу переважно на рівні (ПВЗ) – досягається дидактична мета; чим вищого рівня об'єктивності, результативності та вдоволення успіхом досягаємо на етапах тематичного та підсумкового контролю, тим у більшій мірі процес навчання індивіда набуває ознак саморегульованого протікання.***

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П. С. Управління процесом навчально-пізнавальної діяльності. - Кам'янець-Подільський: К-ПДПІ, 1997. - 136 с.

2. 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.

3. Атаманчук П.С. Інноватики компетентнісно-світоглядного виміру в підготовці майбутнього вчителя: фізика, технології, астрономія: зб. наукових праць Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.] – Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка, 2011. – Вип. 17: Інноваційні технології управління компетентнісно-світоглядним становленням учителя: фізика, технології, астрономія. – 330 с. – С. 5-9.

4. Атаманчук П.С. Управление процесом становлення будущего педагога. Методологические основы: Монография. - Издатель: Palmarium Academic Publishing ist ein Imprint der, Deutschland, 2014. – 137 p. (isbn:978- 3-639-84513-6; email: info@palmarium-publishing.ru.

5. Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. — Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2018. – Випуск 24: Stem-інтеграція як важлива передумова управління результативністю та якістю фізичної освіти. – 196 с.

6. Шехтер М.С. Зрительное опознание: закономерности и механизмы. – М.: Педагогика, 1981. – 264 с.

7. Щербаков Р.Н. Ценностные аспекты процесса обучения и воспитания на уроках физики. – М.: Прометей, 1998. – 267 с.

The purpose of this publication correlates with the implications of the introduction of the collective (P.S. Atamanchuk Scientific School - Kamenets-Podilskyi Ivan Ivanovich National University) innovative theoretical and practical developments, effective methods and technologies for managing the processes of formation of the author's pedagogical credo (projected professional competencies and worldview) of the future teacher. The problem of effective teaching is interpreted as a science of optimization and regularity of organization, control, management of educational and cognitive activity, the subject of which correlates with the processes of assigning useful installations, the predicted level of awareness, own system of values, professional competence experience.

Key words: *concept, control, management, physics methodology, management education, competence, outlook, pedagogical credo, physical and technological profile, STEM-education.*

УДК 517.946

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

ГІПЕРБОЛІЧНА КРАЙОВА ЗАДАЧА МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ В НЕОДНОРІДНОМУ ЦИЛІНДРИЧНО-КРУГОВОМУ ШАРІ З ЦИЛІНДРИЧНОЮ ПОРОЖНИНОЮ

Методом інтегральних і гібридних інтегральних перетворень у поєднанні з методом головних розв'язків побудовано єдиний точний аналітичний розв'язок гіперболічної крайової задачі в неоднорідному циліндрично-круговому шарі з циліндричною порожниною.

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

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

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

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

У цьому повідомленні ми пропонуємо точний аналітичний розв'язок гіперболічної крайової задачі в кусково-однорідному циліндричному шарі з циліндричною порожниною, побудований методом інтегральних і гібридних інтегральних перетворень у поєднанні з методом головних розв'язків (функцій впливу та функцій Гріна).

Постановка задачі. Розглянемо задачу побудови обмеженого на множині

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

$\varphi\in[0;2\pi) z\in(-l_1;l_2), l_1\le 0, l_2\ge 0; |l_1|+l_2\ne 0\}$ 2π-періодичного щодо кутової змінної φ класичного розв'язку гіперболічних диференціальних рівнянь з частинними похідними 2-го порядку [7]

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

з початковими умовами

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

крайовими умовами

$$\left(\alpha_{11}^0\frac{\partial}{\partial r}+\beta_{11}^0\right)u_1\Big|_{r=R_0}=g_0(t,\varphi,z);\quad \frac{\partial^s u_{n+1}}{\partial r^s}\Big|_{r=+\infty}=0;\quad \text{s=0,1;} \tag{3}$$

$$\left(-\frac{\partial}{\partial z}+p_1\right)u_j\Big|_{z=-l_1}=w_j^1(t,r,\varphi);\quad \left(\frac{\partial}{\partial z}+p_2\right)u_j\Big|_{z=l_2}=w_j^2(t,r,\varphi) \tag{4}$$

та умовами спряження [4]

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

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

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

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

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

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

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

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

$w^1(t,r,\varphi) = \{w_1^1(t,r,\varphi), w_2^1(t,r,\varphi), \ldots, w_{n+1}^1(t,r,\varphi)\};$

$w^2(t,r,\varphi) = \{w_1^2(t,r,\varphi), w_2^2(t,r,\varphi), \ldots, w_{n+1}^2(t,r,\varphi)\}$ – задані обмежені неперервні функції;

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

Основна частина. Припустимо, що розв'язок задачі (1)-(5) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче прямих і обернених інтегральних перетворень [4, 13]. Побудований за відомою логічною схемою [4-6] методом скінченного інтегрального перетворення Фур’є на декартовому інтервалі $(-l_1; l_2)$ щодо змінної z [4], скінченного інтегрального перетворення Фур’є на проміжку $[0;2\pi)$ щодо кутової змінної φ [4] та гібридного інтегрального перетворення типу Вебера на полярній осі I_n^+ з n точками спряження щодо радіальної змінної r [13], єдиний розв'язок гіперболічної початково-крайової задачі спряження (1)-(5) визначають функції

$$u_j(t,r,\varphi,z) = \sum_{k=1}^{n+1} \int_0^t \int_{R_{k-1}}^{R_k} \int_0^{2\pi} \int_{-l_1}^{l_2} E_{jk}(t-\tau, r, \rho, \varphi-\alpha, z, \xi) f_k(\tau,\rho,\alpha,\xi) \sigma_k \rho \times$$

$$\times d\xi d\alpha d\rho d\tau + \frac{\partial}{\partial t} \sum_{k=1}^{n+1} \int_{R_{k-1}}^{R_k} \int_0^{2\pi} \int_{-l_1}^{l_2} E_{jk}(t, r, \rho, \varphi-\alpha, z, \xi) g_k^1(\rho,\alpha,\xi) \sigma_k \rho d\xi \times \tag{6}$$

$$\times d\alpha d\rho + \sum_{k=1}^{n+1} \int_{R_{k-1}}^{R_k} \int_0^{2\pi} \int_{-l_1}^{l_2} E_{jk}(t, r, \rho, \varphi-\alpha, z, \xi) g_k^2(\rho,\alpha,\xi) \sigma_k \rho d\xi d\alpha d\rho +$$

$$+ \sum_{k=1}^{n+1} a_{zk}^2 \int_0^t \int_{R_{k-1}}^{R_k} \int_0^{2\pi} [W_{jk}^1(t-\tau, r, \rho, \varphi-\alpha, z) w_k^1(\tau,\rho,\alpha) +$$

$$+ W_{jk}^2(t-\tau, r, \rho, \varphi-\alpha, z) w_k^2(\tau,\rho,\alpha)] \sigma_k \rho d\alpha d\rho d\tau +$$

$$+\int_0^t\int_0^{2\pi}\int_{-l_1}^{l_2} W_{jr}\left(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z,\xi\right)g_0(\tau,\alpha,\xi)d\xi d\alpha d\tau;\quad j=\overline{1,n+1}.$$

У формулах (6) застосовано компоненти

$$E_{jk}\left(t,r,\rho,\varphi,z,\xi\right)==\frac{1}{2\pi}\sum_{m=0}^{\infty}\sum_{s=1}^{\infty}\int_0^{+\infty}\varepsilon_m K(t,\lambda,\gamma_s)V_j^m(r,\lambda)V_k^m(\rho,\lambda)\times$$

$$\times\Omega_n^m(\lambda)d\lambda\frac{v_s(z+l_1)v_s(\xi+l_1)}{\left\|v_s(z+l_1)\right\|^2}\cos(m\varphi);\quad j,k=\overline{1,n+1}$$

матриці впливу (функції впливу), компоненти

$$W_{jk}^1(t,r,\rho,\varphi,z)=E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z,-l_1)$$

нижньої тангенціальної матриці Гріна (нижні тангенціальні функції Гріна), компоненти

$$W_{jk}^2(t,r,\rho,\varphi,z)=E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z,l_2)$$

верхньої тангенціальної матриці Гріна (верхні тангенціальні функції Гріна) та компоненти

$$W_{jr}\left(t,r,\varphi,z,\xi\right)=-a_1^2R_0\sigma_1\left(\alpha_{11}^0\right)^{-1}E_{j1}(t,r,R_0,\varphi,z,\xi)$$

радіальної матриці Гріна (радіальні функції Гріна) розглянутої задачі, де

$$K(t,\lambda,\gamma_s)=\frac{\sin(\Delta(\lambda,\gamma_s)t)}{\Delta(\lambda,\gamma_s)};\quad \Delta^2(\lambda,\gamma_s)=\lambda^2+a_{z1}\gamma_s{}^2+\chi_1^2.$$

З використанням властивостей функцій впливу $E_{jk}\left(t,r,\rho,\varphi,z,\xi\right)$ і функцій Гріна $W_{jk}^s(t,r,\rho,\varphi,z),\ s=1,2$, $W_{jr}(t,r,\varphi,z,\xi)$ безпосередньо перевіряється, що функції $u_j(t,r,\varphi,z)$, визначені формулами (6), задовольняють рівняння (1), початкові умови (2), крайові умови (3), (4) та умови спряження (5) в сенсі теорії узагальнених функцій [14].

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

Методами з [14, 15] можна довести, що при відповідних умовах на вихідні дані задачі, формули (6) визначають обмежений класичний розв'язок гіперболічної початково-крайової задачі спряження (1)-(5).

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

Зауваження 2. Якщо $\alpha_{11}^k = 0,$ $\beta_{11}^k = 1$, $\alpha_{12}^k = 0$, $\beta_{12}^k = 1$, $\alpha_{21}^k = E_1^k$, $\beta_{21}^k = 0$, $\alpha_{22}^k = E_2^k$, $\beta_{22}^k = 0$ (E_1^k, E_2^k – модулі Юнга), то умови спряження (5) є класичними умовами ідеального механічного контакту.

Таким чином, у зазначених випадках 1, 2 розглянута гіперболічна крайова задача (1)-(5) є математичною моделлю вимушених коливних процесів у кусково-однорідному циліндрично-круговому шарі з циліндричною порожниною.

Висновки. Одержано інтегральне зображення єдиного точного аналітичного розв'язку гіперболічної крайової задачі для кусково-однорідного циліндрично-кругового шару з циліндричною порожниною.

Список використаних джерел:

1. Сергиенко И.В. Математическое моделирование и исследование процессов в неоднородных средах / И.В. Сергиенко, В.В. Скопецкий, В.С. Дейнека. – Киев: Наук. думка, 1991. – 432 с.

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

3. Дейнека В.С. Модели и методы решения задач в неоднородных средах / В.С. Дейнека, И.В. Сергиенко. – Киев: Наук. думка, 2001. – 606 с.

4. Конет І.М. Стаціонарні та нестаціонарні температурні поля в циліндрично-кругових областях / І.М. Конет, М.П. Ленюк. – Чернівці: Прут, 2001. – 312 с.

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

6. Конет І.М. Гіперболічні крайові задачі математичної фізики в кусково-однорідних просторових середовищах / І.М. Конет. – Кам'янець-Подільський: Абетка-Світ, 2013. – 120 с.

7. Перестюк М.О. Теорія рівнянь математичної фізики / М.О. Перестюк, В.В. Маринець. – Київ: Либідь, 2006. – 424 с.

8. Каленюк П.І. Узагальнена схема відокремлення змінних. Диференціально-символьний метод / П.І. Каленюк, З.М. Нитребич. – Львів: Вид-во нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2002. – 292 с.

9. Диткин В.А. Интегральные преобразования и операционное исчисление / В.А. Диткин, А.П. Прудников – М.: Наука, 1974. – 542 с.

10. Конет І.М. Інтегральні перетворення типу Мелера – Фока / І.М. Конет, М.П. Ленюк. – Чернівці: Прут, 2002. – 248 с.

11. Ленюк М.П. Інтегральні перетворення типу Конторовича-Лєбєдєва / М.П. Ленюк, Г.І. Міхалевська. – Чернівці: Прут, 2002. – 280 с.

12. Ленюк М.П. Інтегральні перетворення Фур'є-Бесселя із спектральним параметром в задачах математичного моделювання масопереносу в неоднорідних середовищах / М.П. Ленюк, М.Р. Петрик. – Київ: Наук. думка, 2000. – 372 с.

13. Быблив О.Я. Гибридные интегральные преобразования Вебера для кусочно-однородной полярной оси / О.Я. Быблив, М.П. Ленюк // Изв. вузов. Математика. – 1987, № 7. – С. 3-11.

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

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

By means of method of integral and hybrid integral transforms, combined with the method of principal solutions the exact analytical solution of hyperbolic boundary value problem in an inhomogeneous cylindrical-circular layer with cylindrical cavity is obtained.

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

УДК 378.016:53:621.38

Губанова А.О., кандидат фізико-математичних наук, доцент

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИКИ ПОСЛІДоВНОГО ПІДВИЩЕННЯ СКЛАДНОСТІ ЗАДАЧІ ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ «КЛАСИЧНА МЕХАНІКА»

.

У статті подані розв'язки типових задач з класичної механіки. Рівень складності задач відповідає навчальній програмі підготовки фахівця рівня *«бакалавр».. Розв’язки задач пов’язані з рухами тіл вздовж криволінійних траєкторій.*

Ключові слова: радіус кривизни траєкторії, повне прискорення, закони *Ньютона.*

Для створення сприятливого поступового переходу від розв’язку задач з курсу механіки, в якому розглядаються, як правило, задачі двох типів –рух по прямолінійній траєкторії та рух по колу, до розуміння опису складних рухів матеріальної точки, в статті наведений розв’язок задач з помірним ускладненням їх змісту. Така концепція подання навчального матеріалу впроваджена у [1]. Задачі присвячені описам криволінійних рухів зі змінними прискореннями.

Наведемо наступну аналогію з математикою.

А саме: числова вісь - пряма вздовж якої розміщені дійсні числа, як від’ємні, так і додатні. У фізиці – прямолінійний рух, швидкість може бути додатною та від‘ємною.

Напрямок вектора швидкості співпадає з додатнім напрямком осі або протилежний до нього. Зміну довжини вектора швидкості, при наявності діючих на матеріальну точку сил, характеризуємо прискоренням – отже прискорення також може бути направленим як паралельно осі, так і в протилежному до нього напрямку.

Якщо в двовимірній системі координат задано криволінійну траєкторію, то вектор швидкості лежить на дотичній до траєкторії. На кривій треба обрати точку і позначити її за нуль (аналогічно до числової осі – початок відліку) і, прийнявши додатній напрямок відліку довжини – ми одержимо криволінійну вісь. Напрямок швидкості руху матеріальної точки збігатиметься з додатнім або від’ємним напрямком дотичної. Таку швидкість назвемо тангенціальною. Вектор тангенціальної швидкості за модулем рівний вектору швидкості, але його напрямок пов’язаний з дотичною до траєкторії. В якості ілюстрації руху по криволінійній траєкторії розглянемо розв’язок задачі 1.

Задача 1

Потяг рухається рівно сповільнено по дузі кола з радіусом R=800 м і проходить шлях S=800 м. Початкова швидкість v_0=54 км/год. і кінцева v=18 км/год. Визначити повне прискорення потяга: на початку та в кінці дуги, а також час руху по цій дузі.

Дано:	С.І.
R = 800 *м*	v_0 = 15 *м/с*
S = 800 *м*	v = 5 *м/с*
v_0 = 54 *км/год*	
v = 18 *км/год*	
t —?	
a_0 —?	
a —?	

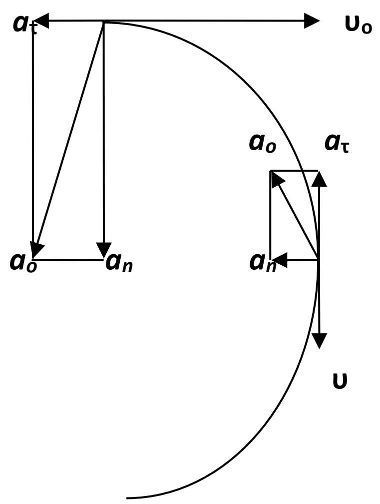


Рис.1 Розкладання векторів

На рис.1 показане розкладання векторів прискорення потяга на початку руху та в кінці дуги.

Для визначення модуля швидкості запишемо рівняння руху потяга по дузі у диференціальній формі: $\frac{dv}{dt} = -a_\tau$ (1) (оскільки рух рівносповільнений, то перед тангенціальним прискоренням a_τ ставимо знак «-», вектори швидкості та тангенціального прискорення на протязі руху спів направлені з дотичною до кола.).

Розв'яжемо отримане диференціальне рівняння. Розділимо змінні: $dv = -a_\tau dt$. За умовою задачі швидкість потяга на дузі змінюється від v_0 до v, а час – від 0 до t. Проінтегруємо отримане рівняння, враховуючи межі інтегрування:

$$\int_{v_0}^{v} dv = -a_\tau \int_0^t dt;$$

$$v - v_0 = -a_\tau (t - 0);$$

$$v = -a_\tau t + v_0$$

Рівняння шляху потяга по дузі: $s = v_0 t - \frac{a_\tau t^2}{2}$. $t = \frac{v_0 - v}{a_\tau}$ де t – шуканий час руху потяга. Підставимо вираз для знаходження часу руху в рівняння шляху потяга по дузі: $s = v_0 \frac{v_0 - v}{a_\tau} - \frac{(v_0 - v)^2}{2a_\tau} = \frac{v_0^2 - v^2}{2a_\tau}$. Звідси $a_\tau = \frac{v_0^2 - v^2}{2s}$. Підставивши числові значення, отримаємо a_τ= *0,125 м/с²* і час руху: $t = \dfrac{v_0 - v}{a_\tau} = 80c$. Повне прискорення складається з тангенціального a_τ і нормального прискорень a_n і визначається за формулою: $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$. Нормальне прискорення a_n визначається за формулою $a_n = \dfrac{v^2}{R}$, де v^2 – квадрат швидкості руху потяга, R – радіус кривизни траєкторії (за умовою задачі – радіус дуги) Тангенціальне прискорення стале на протязі руху по всій дузі.

Визначимо повне прискорення на початку дуги в точці *А*.

$$a_n = \frac{v_0^2}{R} = 0,281(\text{ì} \ /\text{ñ}^2).$$

$a_0 = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2} = 0,406(\text{ì} \ /\text{ñ}^2)$ - повне прискорення потяга на початку дуги.

Нормальне прискорення на кінці дуги в точці. $a_n = \dfrac{v^2}{R} = 0,031(\text{ì} \ /\text{ñ}^2).$

$a \ = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2} = 0,156(\text{ì} \ /\text{ñ}^2$ - повне прискорення потяга на кінці дуги в точці.

Відповідь. Час руху потяга по дузі *t=80c*, повне прискорення на початку дуги в точці *А* a_0*=406 м/с²*, повне прискорення на кінці дуги в точці *В а=0,156 м/с²*

Висновки:

1. Довжину криволінійної траєкторії при сталому значенні тангенціального прискорення знаходимо за таким же законом, як і для випадку руху по прямій зі сталим прискоренням.
2. При сталому радіусі траєкторії нормальне прискорення залежить тільки від величини швидкості.
3. Повне прискорення складається з двох складових: тангенціального та нормального прискорень. Прискорення додаються за правилом паралелограма.

Елементом ускладнення задач, в подальшому, є опис руху по криволінійній траєкторії зі змінним радіусом кривизни. Найпростіший випадок – задача про рух тіла, кинутого горизонтально.

При розв'язку задачі 2 використовуються такі основні фізичні принципи та закони: принцип незалежності рухів; розкладання вектора повного прискорення на тангенціальну та нормальну складові; другий закон Ньютона, з якими студенти знайомляться при вивченні загальної фізики [2].

В умові задачі 2 на матеріальну точку діє сила, стала за величиною та напрямком – в обраній системі координат величина та напрямок повного прискорення будуть сталими. Але змінним буде радіус кривизни. Тому вводиться поняття миттєвого радіуса кривизни. Повне прискорення $\vec{g}$, величина якого визначається силою притягання до Землі. Під час падіння змінюється швидкість, змінюється кут, що складає напрямок швидкості з горизонтом завдяки збільшенню вертикальної складової швидкості v_y . Тангенціальне прискоренні є проекцією вектора $\vec{g}$ на напрямок швидкості, а нормальне прискорення є проекцією вектора $\vec{g}$ на напрямок перпендикуляра до вектора швидкості.

Задача 2. Камінь, кинути горизонтально зі швидкістю v_x=10м/с. Знайти радіус кривизни траєкторії каменя через t=3с.

Дано:
v_x = *10 м/с*
t = *3 с*

R —?

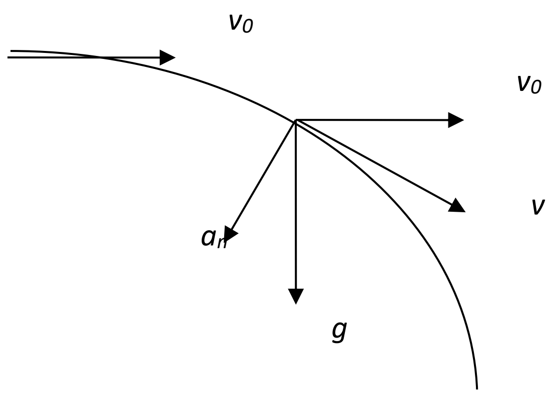


Рис.2 Кут між векторами a_n та g рівний куту між векторами v_0 та v.

Радіус кривизни траєкторії руху каменя: $R = \frac{v^2}{a_n}$, де v^2 – квадрат швидкості руху a_n – нормальне прискорення тіла.

Швидкість руху тіла, кинутого горизонтально, складається з горизонтальної v_x і вертикальної v_y складових швидкостей руху і визначається за формулою: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$.

З малюнка бачимо, що $v_x = v_0$; $v_y = gt$; $a_n = g\sin\beta = g\sin\frac{v_x}{v}$.

Запишемо остаточне рівняння для знаходження радіуса кривизни траєкторії руху: $R = \frac{v^2}{a_n} = \frac{\left(\sqrt{v_x^2 + v_y^2}\right)^2}{g\frac{v_x}{\sqrt{v_x^2 + v_y^2}}} = \frac{\left(v_x^2 + v_y^2\right)\sqrt{v_x^2 + v_y^2}}{gv_x}$. Підставивши всі числові дані в останню формулу:

v_x=*10 м/с*, v_y=*29,4 м/с,* отримаємо, що радіус кривизни траєкторії R = *305 м.*

Відповідь. R = *305 м.*

Висновки:

1. Для знаходження радіуса кривизни траєкторії достатньо знати значення величини швидкості, та нормального прискорення.

2. Зміну модуля швидкості в даний момент часу – значення тангенціального прискорення, можна знайти як проекцію вектора повного прискорення на напрямок швидкості.

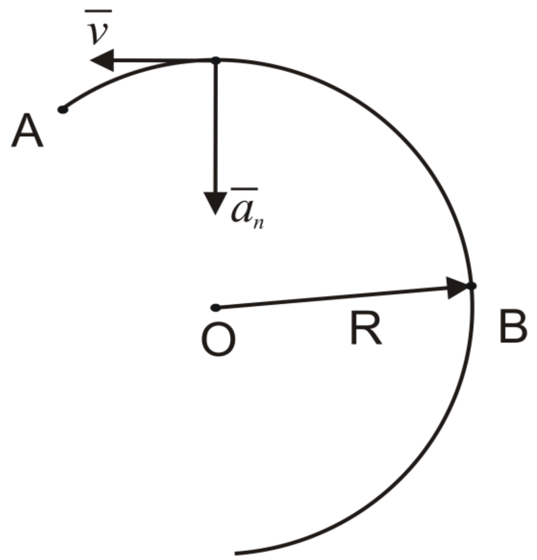
В деяких випадках руху вздовж криволінійної траєкторії задається закон руху матеріальної точки. Величину швидкості визначають за правилом : $v = \frac{ds}{dt} = s'$, але, для зручності, літеру s замінюють на літеру δ. [3]Тоді тангенціальна швидкість визначається за співвідношенням $v = \frac{d\delta}{dt}$, а $a_\tau = \frac{d^2\delta}{dt^2}$.

Задача 3

Точка рухається по дузі кола радіуса *R*=20 см. Закон її руху по траєкторії: s=20sinπt (*t – в секундах, s – в сантиметрах*). Знайти величину і напрямок швидкості, тангенціальне, нормальне і повне прискорення точки в момент часу *t*=5 с.

Дано:
R= 20 см/с
s = 20 sinπt
t = 5 c

v —?
a_n —?
a_τ —?
a —?



Згідно означення, швидкість – це похідна від шляху по часу: $v = \frac{ds}{dt} = s' = (20\sin\pi t)' = 20\pi\cos\pi t(см/c)$

Тангенціальне прискорення – похідна від швидкості по часу: $a_\tau = \frac{dv}{dt} = v' = (20\pi\cos\pi t)' = -20\pi^2\sin\pi t$

Нормальне прискорення – це відношення квадрату швидкості руху тіла до радіуса кривизни траєкторії: $a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{(20\pi\cos\pi t)^2}{R}$

Повне прискорення тіла а складається з тангенціального a_τ і нормального a_n прискорень: $a=\sqrt{a_\tau^2+a_n^2}$

Знайдемо величину і напрямок швидкості, тангенціальне, нормальне і повне прискорення і повне прискорення точки в момент часу *t*=5 с. Тобто, підставимо у формули швидкості, нормального і тангенціального прискорень значення *t*=5с. Маємо:

$v=20\pi\cos5\pi=-20\pi;$ $\quad a_\tau=-20\pi^2\sin5\pi=;$ $\quad 0\ a_n=\frac{400\pi^2}{20}=20\pi^2\left(см/с^2\right)$

$a=a_n$

Відповідь : $v=20\pi;\ a_\tau=0;\ a_n=20\pi^2\left(см/с^2\right);a=a_n=20\pi^2\left(см/с^2\right)$

Висновки:

1. Для знаходження шуканих величин в розв'язку задачі 3, достатньо знати закон руху матеріальної точки вздовж траекторії і форму траекторії. В [4],зокрема наведені експерименти, на які доцільно звернути увагу студентів.
2. Знайшовши закони зміни шуканих величин з часом, знаходимо їх значення, підставивши значення t,

Список використаних джерел:

1. П.С.Атаманчук, А.А.Криськов. В.В.Мендерецкий Збірник задач з фізики / За ред. Атаанчука П.С. – Київ: «Школяр»., – 1996 – 301с.
2. Основи класичної механіки та механіки суцільних середовищ. Навчальний посібник/ Укладач А.О.Губанова. – Кам'янець-Подільський : видавець ПП Зволейко Д.Г., – 2012 – 216с.
3. В.А,Андреев, В.П.Дущенко, А.М.Федорченко Теоретическая фізика.Классическая механика –Киев: «Вища школа»., – 1982 – 223с.
4. А. О. Губанова, О. В. Куликова, В. З. Никорич Особенности физических експериментов, используемых при изучении курсов физики студентами естественнонаучніх спеціальностей // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [Редкол.: П.С.Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. - Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізики-технологічного профілю. 2014. – Вип.20: С. 260 – 263.

The article presents solutions to typical problems of classical mechanics. The level of complexity of tasks corresponds to the training program of specialist level

"Bachelor" Solutions of problems associated with body movements along the curvilinear trajectories.

Key words: *radius of curvature of the trajectory, full acceleration, Newton's laws.*

УДК 517.5

Гудима У.В., кандидат фізико-математичних наук
Кухар Ю.І., студент

КРИТЕРІЙ СУМІСНОСТІ СИСТЕМИ ОБМЕЖЕНЬ ДЛЯ ЗАДАЧІ МІНІМІЗАЦІЇ ЛІНІЙНОГО ФУНКЦІОНАЛА НА МНОЖИНІ, ЩО ЗАДАЄТЬСЯ СИСТЕМОЮ ЛІНІЙНИХ ОБМЕЖЕНЬ З НЕТОЧНО ЗАДАНИМИ ПРАВИМИ ЧАСТИНАМИ ІЗ ФІКСОВАНИХ ЧИСЛОВИХ ПРОМІЖКІВ

У статті встановлено критерій сумісності системи обмежень для задачі мінімізації лінійного функціонала на множині, що задається системою лінійних обмежень з неточно заданими правими частинами із фіксованих числових проміжків.

Ключові слова: *лінійний функціонал, система лінійних обмежень, числові проміжки.*

Вступ. Розв’язування задачі мінімізації лінійного функціонала на множині, що задається системою лінійних обмежень з неточно заданими правими частинами із фіксованих числових проміжків першочергово вимагає встановлення умов, при яких система обмежень цієї задачі є сумісною. Одержаний в роботі критерій є передумовою для подальшого дослідження поставленої задачі.

Постановка задачі. Нехай X - лінійний над полем дійсних чисел простір, X' - простір лінійних функціоналів, заданих на X, f_i, $i=\overline{0,n}$; φ_j, $j=\overline{1,m}$; ψ_l, $l=\overline{1,k}$, – елементи простору X', a_i, b_i, $i=\overline{1,n}$; c_j, $j=\overline{1,m}$; d_l, $l=\overline{1,k}$, – дійсні числа, причому $a_i \le b_i$, $i=\overline{1,n}.$ Назвемо задачею мінімізації лінійного функціонала на множині, що задається системою лінійних обмежень з неточно заданими правими частинами із фіксованих числових проміжків $[a_i;b_i]$, $i=\overline{1,n}$; $(-\infty;c_j]$ $j=\overline{1,m}$; $[d_l;+\infty)$, $l=\overline{1,k}$, задачу відшукання

$$\min f_0(x) \tag{1}$$

при обмеженнях

$$f_i(x) \geq a_i,\ i=\overline{1,n}; \tag{2}$$

$$-f_i(x) \geq -b_i,\ i=\overline{1,n}; \tag{3}$$

$$-\varphi_j(x) \geq -c_j,\ j=\overline{1,m}; \tag{4}$$

$$\psi_l(x) \geq d_l,\ l=\overline{1,k}; \tag{5}$$

$$x \in X. \tag{6}$$

Актуальність теми. Отриманий критерій сумісності системи обмежень (2)-(6) є відправним пунктом для подальшого дослідження задачі (1)-(6).

Мета роботи. Встановити критерій сумісності системи обмежень для задачі (1)-(6).

Основні результати.

Теорема 1 *Нехай* $F_1,\ldots,F_p$ *– лінійні функціонали, задані на* X*,* $s_1,\ldots,s_p$ *– задані дійсні числа. Для того, щоб система лінійних нерівностей*

$$F_1(x) \geq s_1,\ \ldots,\ F_p(x) \geq s_p, \tag{7}$$

була сумісною, необхідно і достатньо, щоб для довільних p *невід'ємних чисел* $\lambda_1,\ldots,\lambda_p$ *з рівності*

$$\lambda_1 F_1 + \ldots + \lambda_p F_p = 0, \tag{8}$$

випливала нерівність

$$\lambda_1 s_1 + \ldots + \lambda_p s_p \leq 0. \tag{9}$$

Доведення. Необхідність. Нехай система (7) є сумісною та $x \in X$ є допустимим розв'язком цієї системи нерівностей, а $\lambda_1,\ldots,\lambda_p$ – довільні невід'ємні числа, для яких

$$\lambda_1 F_1 + \ldots + \lambda_p F_p = 0, \tag{10}$$

Тому

$$(\lambda_1 F_1 + \ldots + \lambda_p F_p)(x) = \lambda_1 F_1(x) + \ldots + \lambda_p F_p(x) = 0.$$

Тоді з (7) випливає, що

$$\lambda_1 F_1(x) + \ldots + \lambda_p F_p(x) = (\lambda_1 F_1 + \ldots + \lambda_p F_p)(x) \geq$$
$$\geq \lambda_1 s_1 + \ldots + \lambda_p s_p .$$

З (10) слідує $\lambda_1 s_1 + \ldots + \lambda_p s_p \leq 0$, що і потрібно було довести.

Необхідність доведено.

Достатність. Нехай тепер із співвідношення (8) випливає (9). Доведемо, що система нерівностей (7) є сумісною.

Припустимо супротивне, що система нерівностей (7) не є сумісною. Переконаємося, що тоді є невід'ємні числа $\lambda_i \geq 0, \quad i = \overline{1, p},$ для яких справедлива рівність (8), але $\lambda_1 s_1 + \ldots + \lambda_p s_p > 0$, що буде суперечити умові теореми.

Розглянемо множину $P = \{(F_1(x), \ldots, F_p(x)) : x \in X\}$.

Зрозуміло, що P є замкненою та опуклою множиною простору R^p.

Позначимо через $A = \{(y_1, \ldots, y_p) \in R^p : y_1 \geq 0, \ldots, y_p \geq 0\}.$

Множина A є замкненою та опуклою множиною простору R^p.

Нехай $s = (s_1, \ldots, s_p)$. Оскільки A – замкнена, опукла множина, то $A + s$ теж є замкненою та опуклою множиною.

Переконаємося, що $P \bigcap \qquad = \varnothing$.

Припустимо, що існує елемент $x \in X$ такий, що
$(F_1(x), \ldots, F_p(x)) = (y_1 + s_1, \ldots, y_p + s_p),$

де $y_1 \geq 0, \ldots, y_p \geq 0$.

Звідси $F_i(x) = y_i + s_i \geq s_i, \ i = \overline{1, p}$.

Це й означає, що x є допустимим розв'язком системи нерівностей (7), що суперечить нашому припущенню про несумісність цієї системи. Отже, $P \bigcap \qquad = \varnothing$.

Підпростір P є афінною множиною, а отже поліедральною опуклою множиною в R^p [1, с.20-23].

Переконаємося, що

$$A + s = \{(y_1, \ldots, y_p) : y_1 \geq s_1, \ldots, y_p \geq s_p\}. \tag{11}$$

Дійсно, якщо $(y_1, \ldots, y_p) \in A + s$, то $(y_1, \ldots, y_p) = (z_1, \ldots, z_p) + (s_1, \ldots, s_p)$, де $z_i \geq 0, i = \overline{1, p}.$ Звідси випливає, що $y_i = z_i + s_i \geq s_i, i = \overline{1, p}.$ Тому

$$A + s \subset \{(y_1, \ldots, y_p) : y_1 \geq s_1, \ldots, y_p \geq s_p\}. \tag{12}$$

Навпаки, нехай $(y_1, \ldots, y_p)$ така точка, що $y_i \geq s_i, \ i = \overline{1, p}$. Звідси
$y_i - s_i = z_i \geq 0, \ i = \overline{1, p}, \ y_i = s_i + z_i$, де $z_i \geq 0, \ i = \overline{1, p}$.

Тому $(y_1,...,y_p) \in A+s$.

Отже,

$$\{(y_1,...,y_p): y_1 \geq s_1,\ ...,\ y_p \geq s_p\} \subset A+s . \qquad (13)$$

З (12), (13) випливає, що має місце (11). З (11) випливає, що $A+s$ є поліедральною множиною. Отже поліедральні множини P та $A+s$ не перетинаються. Згідно з наслідком 19.3.3. [1, с.193] існує гіперплощина, яка строго розділяє множини P та $A+s$. Згідно з теоремою 11.1. [1, с.110, 111] існує вектор $(\lambda_1,...,\lambda_p)$ такий, що

$$\inf\{\lambda_1 y_1 + ... + \lambda_p y_p : (y_1,...,y_p) \in A+s\} >$$

$$> \sup\{\lambda_1 y_1 + ... + \lambda_p y_p : (y_1,...,y_p) \in P\}.$$

Оскільки $s \in A+s$, то з останньої нерівності слідує

$$\sup\{\lambda_1 y_1 + ... + \lambda_p y_p : (y_1,...,y_p) \in P\} =$$

$$= \sup_{x\in X}(\lambda_1 F_1(x) + ... + \lambda_p F_p(x)) =$$

$$= \sup_{x\in X}(\lambda_1 F_1 + ... + \lambda_p F_p)(x) < (\lambda_1 s_1 + ... + \lambda_p s_p). \qquad (14)$$

Звідси одержимо, що $(\lambda_1 F_1 + ... + \lambda_p F_p)(x) = 0,\ \forall x \in X$. Тобто

$$\lambda_1 F_1 + ... + \lambda_p F_p = 0 . \qquad (15)$$

З (14), (15) маємо, що

$$\inf_{(y_1,\ ...,\ y_p)\in A+s}(\lambda_1 y_1 + ... + \lambda_p y_p) =$$

$$= \inf_{z_i\geq 0,\ i=\overline{1,p}}(\lambda_1 s_1 + ... + \lambda_p s_p + \lambda_1 z_1 + ... + \lambda_p z_p) =$$

$$= \lambda_1 s_1 + ... + \lambda_p s_p + \inf_{z_i\geq 0,\ i=\overline{1,p}}(\lambda_1 z_1 + ... + \lambda_p z_p) > 0. \qquad (16)$$

З (16) слідує, що $\lambda_i \geq 0,\ \ i=\overline{1,p}$,

$$\inf_{z_i\geq 0,\ i=\overline{1,p}}(\lambda_1 z_1 + ... + \lambda_p z_p) = 0 ,$$

$$\lambda_1 s_1 + ... + \lambda_p s_p > 0 .$$

Отже, знайшлися числа $\lambda_i \geq 0,\ \ i=\overline{1,p}$, такі, що $\lambda_1 F_1 + ... + \lambda_p F_p = 0$, але $\lambda_1 s_1 + ... + \lambda_p s_p > 0$, що суперечить умовам (8), (9).

З отриманої суперечності випливає, що за умови виконання (8), (9) система (7) буде сумісною.

Теорему доведено.

Наслідок 1 *Для того, щоб система обмежень (2)-(6) була сумісною, необхідно і достатньо, щоб для будь-яких чисел* $\alpha_i \geq 0,\ \ \beta_i \geq 0,\ \ i = \overline{1,n};\ \ \gamma_j \geq 0,$ $j = \overline{1,m};\ \ \delta_l \geq 0,\ \ l = \overline{1,k},$ *з рівності*

$$\sum_{i=1}^{n} \alpha_i f_i + \sum_{i=1}^{n} \beta_i (-f_i) + \sum_{j=1}^{m} \gamma_j (-\varphi_j) + \sum_{l=1}^{k} \delta_l \psi_l = 0,$$

випливала нерівність

$$\sum_{i=1}^{n} \alpha_i a_i + \sum_{i=1}^{n} \beta_i (-b_i) + \sum_{j=1}^{m} \gamma_j (-c_j) + \sum_{l=1}^{k} \delta_l d_l \leq 0.$$

Висновки. Для задачі мінімізації лінійного функціонала на множині, що задається системою лінійних обмежень, з неточно заданими правими частинами із фіксованих числових проміжків встановлено критерій сумісності системи обмежень.

Список використаних джерел:

1. Рокафеллар Р. Выпуклый анализ / Р. Рокафеллар. – М. : Мир, 1973. – 472 с.

In the article are established the compatibility of the constraint system for the problem of minimization the linear functional on the set given by the system of linear constraints with inaccurately given right-handed portions from fixed numerical interspace.

Key words: *the linear functional, the system of linear constraints, the fixed numerical interspaces.*

УДК 517.5

Гудима У. В., кандидат фізико-математичних наук

Саранчук С. Б., студент

ТЕОРЕМИ ІСНУВАННЯ ДЛЯ ЗАДАЧІ НАЙКРАЩОГО ЗВАЖЕНОГО РІВНОМІРНОГО ВІДНОВЛЕННЯ НЕТОЧНО ЗАДАНОЇ ЗА ДОПОМОГОЮ АБСТРАКТНИХ ФУНКЦІЙ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ ЕЛЕМЕНТАМИ ОПУКЛОЇ МНОЖИНИ З ДОДАТКОВИМ ОБМЕЖЕННЯМ, ЩО ЗАДАЄТЬСЯ СИСТЕМОЮ МНОГОГРАННИХ МНОЖИН

У статті встановлено теорема існування екстремального елемента для задачі найкращого зваженого рівномірного відновлення неточно заданої за

допомогою абстрактних функцій функціональної залежності елементами опуклої множини з додатковим обмеженням, що задається системою многогранних множин.

Ключові слова: *додаткове обмеження, опукла комбінація, екстремальний елемнт, екстремальна послідовність, абстрактна функція.*

1. Постановка задачі. Нехай X – лінійний над полем дійсних чисел нормований простір, S – компакт, s – його елементи, $C(S,X)$ —лінійний над полем дійсних чисел нормований простір однозначних відображень g компакту S в X, неперервних на S, з нормою $\|g\| = \max\limits_{s\in S}\|g(s)\|$, $a_i \in C(S,X)$, $i=\overline{1,n}$, $b_j \in C(S,X)$, $j=\overline{1,k}$, $b(s)=co\{b_1(s),...,b_k(s)\}$, $D=\{g\in C(S,X): g(s)\in b(s), s\in S\}$, тобто $g(s)=\sum\limits_{j=1}^{k}\alpha_j b_j(s)$, де $\alpha_j \in R$, $j=\overline{1,k}$, $\alpha_j \ge 0$, $j=\overline{1,k}$, $\sum\limits_{j=1}^{k}\alpha_j=1$; $V\subset C(S,X)$, $C(S)$ – лінійний над полем лінійний над полем дійсних чисел нормований простір неперервних на S дійснозначних функцій φ з нормою $\|\varphi\| = \max\limits_{s\in S}|\varphi(s)|$, $\omega_i \in C(S)$, $i=\overline{1,n}$, $\omega_i(s)>0$, $s\in S$ (ω_i, $i=\overline{1,n}$, – вагові функції).

Задачею найкращого зваженого рівномірного відновлення неточно заданої за допомогою абстрактних функцій $a_i \in C(S,X)$, $i=\overline{1,n}$ функціональної залежності елементами опуклої множини $V\subset C(S,X)$ з додатковим обмеженням, що задається системою многогранних множин $b(s)=co\{b_1(s),...,b_k(s)\}$, $s\in S$, будемо називати задачу відшукання величини

$$\alpha_{\{a_i\}_{i=1}^n}^{\{\omega_i\}_{i=1}^n}(V\cap D)=\inf_{g\in V\cap D}\max_{1\le i\le n}\max_{s\in S}\left(\omega_i(s)\|g(s)-a_i(s)\|\right)=$$
$$=\inf_{g\in V\cap D}\max_{s\in S}\max_{1\le i\le n}\left(\omega_i(s)\|g(s)-a_i(s)\|\right). \qquad (1)$$

Означення 1. *Якщо існує елемент $g^*\in V\cap D$ такий, що*

$$\alpha_{\{a_i\}_{i=1}^n}^{\{\omega_i\}_{i=1}^n}(V\cap D)=\max_{1\le i\le n}\max_{s\in S}\left(\omega_i(s)\|g^*(s)-a_i(s)\|\right),$$

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

2. Теореми існування екстремального елемента для задачі відшукання величини (1)

Твердження 1. *Функція*

, $F_{a_i,i=\overline{1,n}}^{\omega_i,i=\overline{1,n}}(g)=\max\limits_{1\le i\le n}\max\limits_{s\in S}(\omega_i(s)\|g(s)-a_i(s)\|)$ $g\in C(S,X)$, *є неперервною по* g *на* $C(S,X)$.

Доведення. Нехай $g,g_0\in C(S,X)$, індекс $i_g\in\{1,...,n\}$ та $s_g\in S$ такі, що

$$F_{a_i,i=\overline{1,n}}^{\omega_i,i=\overline{1,n}}(g)=\max_{1\le i\le n}\max_{s\in S}(\omega_i(s)\|g(s)-a_i(s)\|)=$$

$$=\max_{s\in S}(\omega_{i_g}(s)\|g(s)-a_{i_g}(s)\|)=(\omega_{i_g}(s_g)\|g(s_g)-a_{i_g}(s_g)\|).$$

Тоді

$$F_{a_i,i=\overline{1,n}}^{\omega_i,i=\overline{1,n}}(g)-F_{a_i,i=\overline{1,n}}^{\omega_i,i=\overline{1,n}}(g_0)=$$

$$=\max_{1\le i\le n}\max_{s\in S}(\omega_i(s)\|g(s)-a_i(s)\|)-\max_{1\le i\le n}\max_{s\in S}(\omega_i(s)\|g_0(s)-a_i(s)\|)=$$

$$=(\omega_{i_g}(s_g)\|g(s_g)-a_{i_g}(s_g)\|)-\max_{1\le i\le n}\max_{s\in S}(\omega_i(s)\|g_0(s)-a_i(s)\|)\le$$

$$\le(\omega_{i_g}(s_g)\|g(s_g)-a_{i_g}(s_g)\|)-(\omega_{i_g}(s_g)\|g_0(s_g)-a_{i_g}(s_g)\|)=$$

$$\le\omega_{i_g}(s_g)(\|g(s_g)-a_{i_g}(s_g)\|-\|g_0(s_g)-a_{i_g}(s_g)\|)\le$$

$$\le\omega_{i_g}(s_g)(\|g(s_g)-g_0(s_g)\|\le\max_{s\in S}\left(\omega_{i_g}(s)(\|g(s)-g_0(s)\|\right)\le$$

$$\le\max_{s\in S}\omega_{i_g}(s)\max_{s\in S}(\|g(s)-g_0(s)\|\le\|\omega_{i_g}\|\|g-g_0\|\le\max_{1\le i\le n}\|\omega_i\|\|g-g_0\|.\qquad(2)$$

Аналогічно можна довести

$$F_{a_i,i=\overline{1,n}}^{\omega_i,i=\overline{1,n}}(g_0)-F_{a_i,i=\overline{1,n}}^{\omega_i,i=\overline{1,n}}(g)\le\max_{1\le i\le n}\|\omega_i\|\|g-g_0\|.\qquad(3)$$

З (2), (3) випливає, що

$$\left|F_{a_i,i=\overline{1,n}}^{\omega_i,i=\overline{1,n}}(g)-F_{a_i,i=\overline{1,n}}^{\omega_i,i=\overline{1,n}}(g_0)\right|\le\max_{1\le i\le n}\|\omega_i\|\|g-g_0\|.$$

Отже, для довільного $\varepsilon>0$ покладемо $\delta=\dfrac{\varepsilon}{\max\limits_{1\le i\le n}\|\omega_i\|}$.

Для $g\in C(S,X)$ таких, що $\|g-g_0\|<\delta=\dfrac{\varepsilon}{\max\limits_{1\le i\le n}\|\omega_i\|}$

$$\left|F_{a_i,i=\overline{1,n}}^{\omega_i,i=\overline{1,n}}(g)-F_{a_i,i=\overline{1,n}}^{\omega_i,i=\overline{1,n}}(g_0)\right|\le\max_{1\le i\le n}\|\omega_i\|\|g-g_0\|<\max_{1\le i\le n}\|\omega_i\|\delta=$$

$$=\max_{1\le i\le n}\|\omega_i\|\frac{\varepsilon}{\max\limits_{1\le i\le n}\|\omega_i\|}=\varepsilon.\qquad(4)$$

З (4) випливає, що функція $F_{a_i,i=\overline{1,n}}^{\omega_i,i=\overline{1,n}}(g)$ є неперервною в точці $g_0\in C(S,X)$, а, отже, неперервна по g на $C(S,X)$.

Твердження доведено.

Означення 2 (див., наприклад, [1, с. 21]). *Множина нормованого простору називається локально-компактною, якщо будь-яка обмежена послідовність* *елементів цієї множини містить збіжну підпослідовність.*

Теорема 1. *Якщо у задачі відшукання величини (1) V є замкненою локально компактною множиною простору $C(S,X)$, то екстремальний елемент для величини (1) існує.*

Доведення. Нехай $\{g_m\}_{m=1}^{\infty}$ – екстремальна послідовність для величини (1), тобто $g_m \in V \cap D$, $m=\overline{1,\infty}$, і

$$\lim_{m\to\infty} F_{a_i,i=\overline{1,n}}^{\omega_i,i=\overline{1,n}}\left(g_m\right) = \lim_{m\to\infty} \max_{1\le i\le n} \max_{s\in S}(\omega_i(s)\left\|g_m\left(s\right)-a_i(s)\right\|) = \alpha_{\{a_i\}_{i=1}^n}^{\{\omega_i\}_{i=1}^n}\left(V \cap D\right). \qquad (5)$$

Для всіх $m=\overline{1,\infty}$ та $s \in S$ маємо

$$\left\|g_m\left(s\right)\right\| = \frac{1}{\omega_i(s)}\omega_i(s)\left\|g_m\left(s\right)\right\| \le \frac{1}{\min\limits_{1\le i\le n}\min\limits_{s\in S}\omega_i(s)}(\omega_i(s)\left\|g_m\left(s\right)\right\|) =$$

$$\le L_1(\omega_i(s)\left\|g_m\left(s\right)\right\|) \le L_1(\omega_i(s)\left\|g_m\left(s\right)-a_i(s)\right\| + \omega_i(s)\left\|a_i(s)\right\|) \le$$

$$\le L_1(\max_{s\in S}(\omega_i(s)\left\|g_m\left(s\right)-a_i(s)\right\|) + \max_{s\in S}(\omega_i(s)\left\|a_i(s)\right\|)) \le$$

$$\le L_1(\max_{s\in S}(\omega_i(s)\left\|g_m\left(s\right)-a_i(s)\right\|) + \left\|\omega_i\right\|\left\|a_i\right\|) \le$$

$$\le L_1(\max_{1\le i\le n}\max_{s\in S}(\omega_i(s)\left\|g_m\left(s\right)-a_i(s)\right\|) + \max_{1\le i\le n}\left\|\omega_i\right\|\left\|a_i\right\|) =$$

$$= L_1(F_{a_i,i=\overline{1,n}}^{\omega_i,i=\overline{1,n}}\left(g_m\right) + \max_{1\le i\le n}\left\|\omega_i\right\|\left\|a_i\right\|)$$

де $L_1 = \dfrac{1}{\min\limits_{1\le i\le n}\min\limits_{s\in S}\omega_i(s)}$.

Тому для всіх $m=\overline{1,\infty}$

$$\left\|g_m\right\| \le L_1(F_{a_i,i=\overline{1,n}}^{\omega_i,i=\overline{1,n}}\left(g_m\right) + \max_{1\le i\le n}\left\|\omega_i\right\|\left\|a_i\right\|).$$

Звідси на підставі (5) робимо висновок, що $\{g_m\}_{m=1}^{\infty}$ є обмеженою послідовністю елементів множини $V \cap D$.

Оскільки V є замкненою локально компактною множиною простору $C(S,X)$, то $V \cap D$ є замкненою локально компактною множиною простору $C(S,X)$. Внаслідок локальної компактності та замкненості множини $V \cap D$ з $\{g_m\}_{m=1}^{\infty}$ можна вибрати збіжну до $g^* \in V \cap D$ підпослідовність $\{g_{m_k}\}_{k=1}^{\infty}$. Беручи до уваги неперервність функції $F_{a_i,i=\overline{1,n}}^{\omega_i,i=\overline{1,n}}\left(g\right)$ (див. твердження 1 та рівність (5)), отримуємо

$$\lim_{m\to\infty} F_{a_i, i=\overline{1,n}}^{\omega_i, i=\overline{1,n}}\left(g_m\right) = F_{a_i, i=\overline{1,n}}^{\omega_i, i=\overline{1,n}}\left(g^*\right) =$$

$$= \max_{1\le i\le n} \max_{s\in S}(\omega_i(s)\left\|g^*\left(s\right) - a_i(s)\right\|) = \alpha_{\{a_i\}_{i=1}^n}^{\{\omega_i\}_{i=1}^n}\left(V \cap D\right).$$

Це означає, що g^* є екстремальним елементом для величини (1).

Теорему доведено.

Наслідок 1. *Будь-яка компактна множина V простору $C(S,X)$ є множиною існування екстремального елемента для величини (1).*

Доведення. Оскільки будь-яка компактна множина є замкненою локально компактною множиною, то за теоремою 1 екстремальний елемент для величини (1) існує. А, отже, будь-яка компактна множина V простору $C(S,X)$ є множиною існування екстремального елемента для величини (1).

Наслідокдоведено.

Список використаних джерел:

1. Корнейчук Н. П. Экстремальные задачи теории приближения/Н. П. Корнейчук. – М.: Наука, 1976. – 320 с.

In the article are established the theorem of the existence of the extremal element for the problem of the best weighted uniform recovery of functional dependence by abstract functions with the additional restriction which is defined by system of multifaceted sets.

Key words: *the additional restriction, the convex combination, the extremal element, the extreme sequence, the abstract function.*

УДК 378.6

Дудіна Н.В., Мельник Л.В., Кам’янець-Подільський коледж харчової промисловості НУХТ

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ КОМП’ЮТЕРНИХ ПАКЕТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ФАХОВИХ ДИСЦИПЛІН

В статті наведено результати педагогічного спостереження за ефективністю навчального процесу викладання математичних дисциплін з використанням пакетів прикладних програм математичного спрямування

***Ключові слова**: математичні комп’ютерні пакети, технології навчання*

У свій час математики відіграли ключову роль в історії створення комп'ютерної техніки і сьогодні природно було їм самим скористатися плодами власних зусиль. В результаті виник науковий розділ, що поєднує зусилля математиків і фахівців інформаційних технологій. Одним із напрямків так званної "комп'ютерної математики" є розв'язування суто математичних проблем з широкою, а інколиі вирішальною, участю комп'ютерів. Для забезпечення розв'язання задач, що повязані з математичними розрахунками розробляються спеціалізовані комп'ютерні програми.

Математичні комп'ютерні пакети випускаються різного рівня складності – від гнучкої системи Mathcad, зручної для символьних обчислень системи Derive до систем Mathematika, Mathlab, Maple із можливістю графічної візуалізації обчислень. Широко використовуються також спеціалізовані статистичні пакети Statistica, SPSS і ін.

На жаль, учасники освітнього процесу не лише у школі, але й у вищих навчальних закладах ще недостатньо знайомі з сучасними компютерними системами математичного спрямування. Головною причиною тут виступає не цінова політика, а брак часу на освоєння складних програмних продуктів.

Разом з тим, аналіз навчально-методичної літератури літератури свідчить про інтенсивність досліджень щодо впровадження інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема комп'ютерно-орієнтованих систем навчання, в освітніх закладах усіх рівнів. Зокрема, чимало цікавих ідей містяться в працях відомих українських педагогіва-науковців (М. І. Жалдак, Ю. С. Рамський, Н.В. Морзе). Широкого використання у вітчизняному процесі набули і розробки систем комп'ютерної математики вітчизняних дослідників (Gran, DG, ТерМ і т.д.).

Технології використання комп'ютерних обчислень сьогодні є провідними у формуванні інформаційної культури у суспільстві. Вони складають ядро інноваційних концепцій навчання, а їх впровадження у навчальний процес суттєво впливає на зміст та форми організації різних видів діяльності у сфері освіти. З появою перспективних ІКТ виникають інноваційні моделі і методи проектування освітнього середовища у вищому навчальному закладі, ці засоби стають провідним інструментом процесів інформатизації, що є чинником зміни змісту, методів і організаційних форм навчання, формування моделей відкритої освіти зі зняттям обмежень або значним покращенням доступу усіх учасників навчального процесу до навчальних ресурсів і матеріалів.

Окремий комплекс проблем стосується застосування пакетів прикладних програм для здійснення різноманітних математичних операцій, дій і обрахунків, тобто систем комп’ютерної математики, зокрема Mathematica, Maple, Maxima, Statistica, SPSS, R та інші. Це один з найбільш поширених видів математичного програмного забезпечення, що входить до складу сучасного інформаційного освітнього середовища навчального закладу. Виникають проблеми пошуку перспективних шляхів використання систем даного виду, що є суттєвим чинником підвищення якості підготовки фахівців у галузі інформатичних та математичних дисциплін.

З методичної точки зору використання комп’ютерних технологій сприяє забезпеченню якісно нового рівня освіти, але комп’ютерна техніка не може замінити вчителя, викладача. Тут переплітаються ідеї двох педагогічних напрямків дослідження: використання нових методів навчання математики з використанням цінного досвіду навчання в середовищі онлайн.

Нерідко спостерігається ситуація, коли поставлені викладачами запитання обговорюються студентами в онлайн середовищі і знаходять спільне рішення без викладача. Кожен з них ефективно виконує завдання в Інтернеті, причому без корекції з боку викладача, співпрацюючи зі своїми колегами для отримання колективної відповіді. Саме тому важлива активна колективна робота серед молоді для реалізації спільних предметних досліджень у майбутньому, а навчання з використанням інформаційно-комп’ютерних технологій розглядається як інструмент (платформа) для досягнення результатів. Викладачі створюють і підтримують відносини з кожним студентом в мережі, намагаючись уникати «асиметрії» з студентом. Викладач в онлайн середовищі працює в режимі активного діалогу, не нав’язуючи ролі, передбаченої завданням. Всі учасники процесу обговорення навчальної теми обмінюються ідеями, а Викладач координує автономію учасників навчального процесу. В результаті студенти долають труднощі, в тому числі на психологічному рівні (невпевненість у собі). Необхідне заохочення відкритості з боку студентів, тому успішність такого навчання вимагає присутності викладача, інакше співпрацю студентів у мережі без наставника не можна називати навчанням.

Звичайно, ідеальний варіант – монотехнологічне навчання, тобто самостійна учбова робота в інтерактивному середовищі навчання, використовуючи готові електронні учбові курси. Проте, як оказує практика, як з об‘єктивних так і суб’єктивних причин, інформаційно-комп’ютерні технології в основному використовується у першому варіанті, тобто не в системі, а при певній можливості чи необхідності.

Нами було проведено опитування студентів нашого навчального закладу з метою визначення впливу інформаційні технологій на ефективність обчислювальної роботи з математики. На підставі аналізу результатів анкетування було встановлено, що заняття з використанням пакету комп'ютерної підтримки обчислювальної роботи математичного характеру позитивно оцінюють 91 % студентів (з них 87% відзначили, що при цьому навчальний матеріал вони засвоюють краще), на думку 4% студентів на підготовку програм до роботи витрачається дуже багато часу і тому не важливо чи є можливість аналізувати результати за допомогою комп'ютера, а 2% вважають, що комп'ютер відволікає від навчання. Отже, на основі цих результатів, можна зробити висновки, що важливість використання комп'ютерної техніки на занятті не перебільшена, а дійсно має вагомий вплив на ефективність засвоєння знань студентами.

Разом з тим, 67% студентів звертають увагу на недоліки в організації заняття, на психологічні труднощі роботи в аудиторії. Існування позитивних і негативних моментів щодо використання різних форм нетрадиційного навчання свідчить про те, що методика використання систем комп'ютерної математики потребує детальнішого вивчення.

Результати експериментів доводять, що при змішаному навчанні студенти активніше і з більшою цікавістю обговорюють колективні проекти та вирішують практичні завдання. Заняття проводяться жвавіше. Використання у навчально-виховному процесі в режимі "співробітництва" систем комп'ютерної математики, є не тільки корисним, але й необхідним завдяки чіткості графіки, використанню засобів візуального програмування і мультимедійних засобів. автоматизації матемачних обчислень і т.д. Програмні засоби, призначені для виконання чисельних та аналітичних розрахунків різного рівня складності, спрямованих на розв'язування задач, допускають коректне формулювання за допомогою термінів математики.

Позитивними моментами їх використання є:

1. Покращення сприйняття предмета, що вивчається; образи без надмірних зусиль запам'ятовуються.

2. Мультимедійні засоби дають можливість відтворювати різні процеси, про які на уроках можна лише говорити, звертаючись лише до уяви учнів, спираючись на їхнє абстрактне мислення.

3. Є можливість доповнювати, корегувати, змінювати, повторювати деякі епізоди, завдяки використанню можливостей комп'ютерної техніки.

4. Використання мультимедійних засобів сприяє створенню позитивної атмосфери, що має велике значення для сприйняття інформації.

Такого позитивного рузюмене можна сказати про переважну більшість пакетів прикладних програм математичного спрямування. На підставі власного досвіду їх використання ми рекомендуємо при можливості використовувати систему Mathematika, а з навчальної літератури не погане враження складається про [1].

Список використанних джерел:

1. Васильев Н.А. Mathematica. Практический курс с примерами решения прикладных задач. – М.: Век, 2008.– 448 с.

The paper presents the results of pedagogical supervision of the effectiveness of the educational process of teaching mathematical disciplines with the use of packages of applied programs of mathematical direction.

***Key words**: mathematical computer packages, learning technologies*

УДК 539.213.2

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

Люба Т.С., старший лаборант

Рачковський О.М., старший викладач

ОПТИЧНІ СПЕКТРИ ХАЛЬКОГЕНІДНИХ СКЛОВИДНИХ НАПІВПРОВІДНИКІВ As_2S_3:Ag

Проаналізовані результати дослідження хімічного складу і оптичних властивостей сполук As_2S_3 нестехіометричного складу.

***Ключові слова**: халькогенідні напівпровідники, хімічний склад, оптичні спектри.*

Особливістю всіх скловидних напівпровідникових сполук є зміна їх властивостей під дією світла. У стехіометричних сполуках As_2S_3, атоми арсену оточені трьома атомами сульфуру у пірамідальній конфігурації [1]. Формування хімічних зв’язків визначається парціальним тиском парів компонентів. Введення легуючих домішок може змінити хімічну взаємодію, враховуючи їх спорідненість до електронів. Однією з таких домішок, які підвищують фоточутливість сполук є срібло, валентність якого у хімічних взаємодіях може змінювати від одиниці до двох. Для синтезу обрані сполуки As_2S_3 до складу яких додавали срібло концентрацією 10, 15 і 20 %. Незважаючи на високі парціальні тиски парів сірки, її входження у сполуку є найповільнішим. Можливо, це обумовлено двома факторами: наявністю метастабільних молекул S_4-S_8, та значною величиною іонного радіуса [2]. Тому є потреба дослідити хімічний склад сполук на проміжних етапах синтезу.

Трисульфід арсену As_2S_3 технологічно зручний матеріал, оскільки він добре пропускає випромінювання в області довжин хвиль (0,7…11) мкм. Це перспективно для розробок голографічних граток, електронних пристроїв, зокрема електро-оптичних цифрових пристроїв комунікації й контролю та систем оптичної пам’яті [3]. Варіації технологічних методів синтезу та хімічного складу дають змогу отримувати матеріали з шириною забороненої зони від 1,82 до 2,38 еВ і питомим опором від 10^6 до 10^9 Ом·см. [4].

Технологія синтезу та підготовка зразків

Технологічні експерименти синтезу проводили у вакуумованих ло залишкового тиску 10-5 Па кварцових ампулах при температурах (980…1020) К. Двозонні електропечі живились від мережі з використанням вискоточних регуляторів температури ВРТ-3. Контроль температури проводили за допомогою термопар «хромель-алюмель». Використані речовини чистотою В4. В процесі синтезу речовини перемішували для покращення однорідності сполуки [6]. Такий процес виконували двічі - при досягненні температури плавлення речовин та в процесі їх синтезу. Як правило, всі речовини впродовж (60…80) год встигають сформувати хімічні з’вязки і сполука має достатньо однорідний хімічний склад.

З синтезованої сполуки вирізали пластини товщиною 2 мм і діаметром 12 мм, які шліфували і полірували до дзеркального стану поверхні.

Дослідження хімічного складу і спектрів пропускання

Методом рентгенівського флуоресцентного аналізу досліджено хімічний склад сполук, результати яких наведені у таблиці 1.

З даних таблиці видно, що вміст сірки явно не відповідає стехіометрії. Окрім того, рентгенодифракційні дослідження вказують на наявність метастабільних кристалічних структур змінного складу Ag_xAs_y.

Таблиця1.

Хімічний склад сполуки As_2S_3 з вмістом срібла

Хімічний елемент	Концентрація, %		
	Ag, 10%	Ag, 15%	Ag, 20%
S	7,06±0,9	6,647±0,961	6,33±0,967
As	82,75± 0,21	78,12±0,2	74,369±0,189
Ag	10,16± 0,054	15,203±0,065	19,276±0,072

На поверхні зразків з вмістом Ag 10 ат. % візуально спостерігались області сферичної форми (позначені center), оточені вузькими ділянками оранжового кольору (позначені orange). У зразках з вмістом Ag 15 і 20 ат. % такі області не виявлені ні візуально, ні при використанні мікроскопа.

Оптичні властивості досліджені методом вимірювання пропускання світла в діапазоні довжин хвиль (1,4 …25) мкм. Використано інфрачервоний Фур’є-спектрометр Perkin Elmer Spectrum BXII. Вимірювання виконані при кімнатній температурі. Спектри пропускання зразків з вмістом 10 ат. % домішок срібла показані на рис. 1,2.

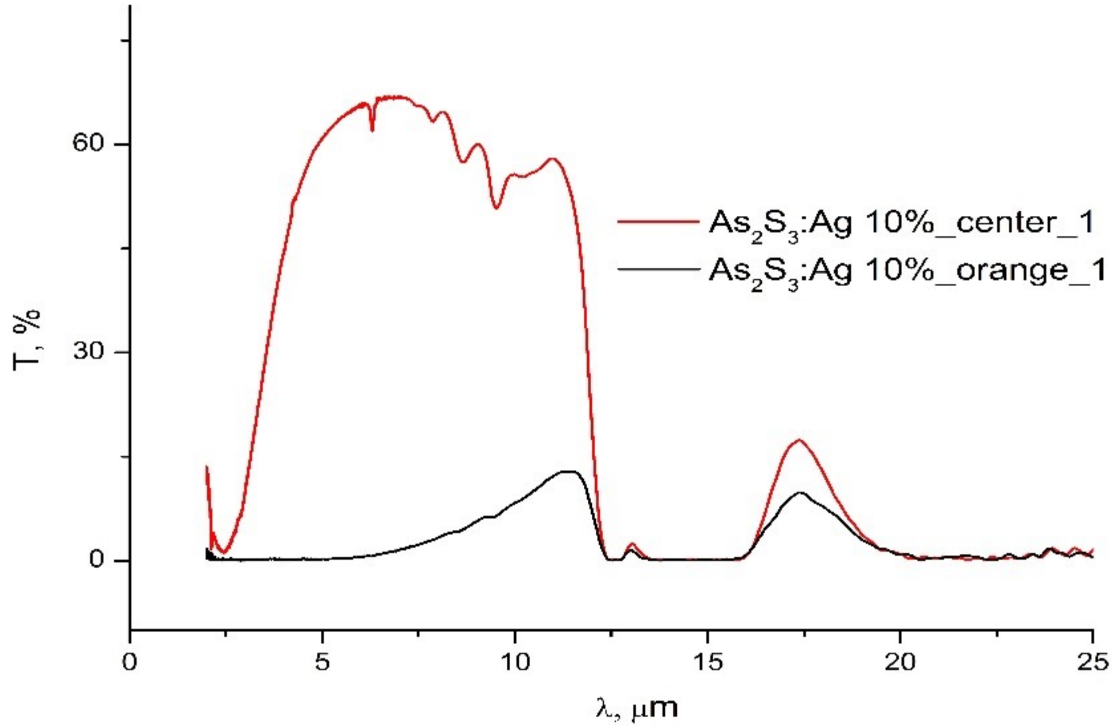


Рис.1. Спектри пропускання в області локалізації срібла та за її межами.

Оптичне поглинання в аморфних матеріалах оцінювалось з використанням моделей Тауца, Урбаха, Мотта та Девіса для характеристики локалізованих станів та визначення впливу домішок срібла на величину ширини забороненої зони [5-8]. При цьому враховано, що у сполуках домінуючими є три типи ковалентних зв'язків: As-S, As-As, S-S [9-11].

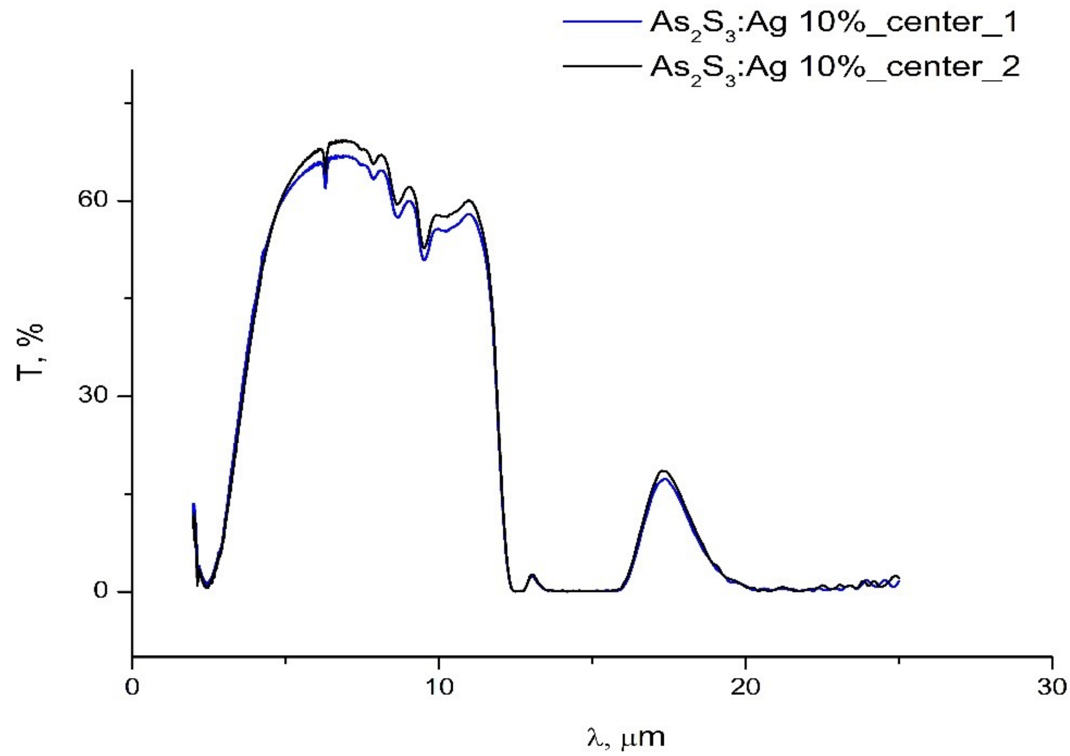


Рис.2. Порівняльні спектри пропускання зразків в області локалізації срібла.

Причиною зміни спектрів пропускання може бути відмінності хімічного складу сполуки. Наявність домішок Ag сприяє локалізації у центрі зразка іонів As, внаслідок чого оточуючі периферійні ділянки збагачені іонами S. Іонний радіус Ag^{+} складає 0,113 нм, тоді як іоні радіуси As^{3+} 0,047 нм, а S^{3+} 0,034 нм. При більших концентраціях домішок Ag такі локальні відхилення від стехіометрії не зафіксовані. Ця модель вимагає додаткових досліджень зразків з малим вмістом домішок Ag.

Висновок. Проведені дослідження підтвердили те, що іони сірки вмонтовуються у структурні одиниці скловидних напівпровідників As_2S_3 найповільніше. Це суттєво впливає на оптичні властивості сполуки. Очевидно, є потреба у проведенні серії експериментів з різним часом синтезу для оцінки кінетики хімічної взаємодії компонентів.

Список використаних джерел:

1. Gubanova A., Kryskov Ts., Levitskyi S., Lysy I., Polianchuk N. Technology of synthesis and photoelectric properties of As_2S_3 and As_2Se_3 compounds

//Moldavian Journ. of the Physical Sciences. – Chisinau, 2002, –Vol. 1, –№1, –pp. 44-47.

2. Lysy I., Vlasenko O., Sopinskyy M., Gubanova A., Kryskov Ts. Ellipsometric measurements of the refractive index of chalcogenide and chalcogenide-based bulk glassy samples //3-rd Int. conf. on materials science and condensed matter physics. –Chisinau, Moldova, October 3-6, 2006, – p. 102.

3. Фекешгазі І.В., Власенко О.І., Май К.В., Лисий І.В., Криськов Ц.А., Міца В.В. Оптичні властивості стекол As_2S_3 при екстремальних інтенсивностях світла. // З’їзд фізиків України, Одеса, 2006, - с. 188.

4. Stronski A., Paiuk O., Gudymenko A., Kladko V., Oleksenko P., Vuichyk N., Vlcek M., Lishchynskyy I., Lahderanta E., Lashkul A., Gubanova A., Kryskov Ts. Effect of doping by transitional elements on properties of chalcogenide glasses. //Ceramics international, 2015, -V.41, -PP.7545-7548.

5. Ормонт Б.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников. М.: Высшая школа, 1968, 490 с.

6. Abashkin V., Achimova E., Kryskov Ts., Meshalkin A., Prisacar A., Triduh G., Vlcek M. Investigations of optical properties of As_2S_3-Se nanomultilayers //Proceedings of German-Moldovan workshop on novel nanomaterials for electronics, photonics and biomedical applications, Chisinau, Moldova, April 18-20, 2013, - p. 254- 257.

7. N. F. Mott, E. A. Davis "Electronic processes in Non-Crystalline Materials" Clarendon Press, Oxford (1979), - 186 рж.

8. J. Tauc, R. Grigorovici, A. Vancu, //Phys. stat. sol. 15, 627 (1966).

9. S. K. Oleary, S. Zukotynski, J. M. Prez, //Phys.Rev B 52, 7795 (1995).

10. H. Okamoto, K. Hattori, Y. Hamaka, //J. Non-Cryst. Solids 198-200, 124, (1996).

11. H. Ticha, L. Tichy, P. Nagels, E. Sleeckx, R. Callaerts, //J. of Phys.and Chem. of Solids 61, 545 (2000).

The results investigations of chemical composition and optical properties on nonstoichiometry compounds As_2S_3 are analysis.

***Keywords**: chalcogenide semiconductors, chemical composition, optical spectra.*

УДК 511.3

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

ОДИН СПОСІБ НАБЛИЖЕННЯ ψ -ФУНКЦІЇ ЧЕБИШОВА

У статті досліджується питання наближення ψ -функції Чебишова з використанням функціональних множників по фіксованих простих числах з ейлерового добутку для дзета-функції Рімана. При цьому ефективно використовується метод комплексного інтегрування та формула Мангольдта.

***Ключові слова**: Ейлерів добуток, ψ -функції Чебишова, дзета-функція Рімана, метод комплексного інтегрування.*

Метод комплексного інтегрування дозволяє написати явні формули, які пов'язують різного виду суми по простих числах з нулями дзета-функції. Одна з таких формул — формула Мангольда.

Теорема. Нехай $2 \le T \le x$. Тоді

$$\psi(x) = \sum_{n \le x} \Lambda(n) = x - \sum_{|\operatorname{Im} \rho| \le T} \frac{x^{\rho}}{\rho} + O\left(\frac{x \log^2 x}{T} \right),$$

де ρ – нулі дзета-функції у критичній смузі.

Формули для функцій $\pi(x)$ та $\psi(x)$, пов'язаних з розподілом простих чисел, носять характер розгортання. Вони враховують лише ті прості числа, що не перевищують змінної величини x. Тому в ряді випадків доцільно розглядати неповну дзета-функцію

$$\zeta(s;x] = \prod_{p \le x} (1 - p^{-s})^{-1}.$$

Тоді при $\sigma > 1$ $\xi(s) = \lim_{x \to \infty} \zeta(s;x]$.

Нехай при фіксованому простому p

$$\alpha_p(s) = 1 + p^{-s} + p^{-2s} + \ldots = (1 - p^{-s})^{-1}.$$

Дослідимо функцію $\alpha_p(s)$.

$$\alpha_p(s) = (1 - p^{-s})^{-1} = (1 - p^{-\sigma - it})^{-1} = (1 - p^{-\sigma}(\cos t \ln p - i \sin t \ln p))^{-1} =$$

$$= p^{\sigma}\left((p^{\sigma} - \cos t \ln p) + i \sin t \ln p\right)^{-1} =$$

$$= \frac{p^{\sigma}}{\sqrt{p^{2\sigma} - 2p^{\sigma} \cos t \ln p + 1}} \cdot e^{-i\, arctg \frac{\sin t \ln p}{p^{\sigma} - \cos t \ln p}}.$$

Таким чином,

$$\left|\alpha_p(s)\right| = \frac{p^{\sigma}}{\sqrt{p^{2\sigma} - 2p^{\sigma}\cos t \ln p + 1}}; \;\; \arg\alpha_p(s) = -arctg\frac{\sin t \ln p}{p^{\sigma} - \cos t \ln p}.$$

Очевидно, що $\frac{p^{\sigma}}{p^{\sigma}+1} \le \left|\alpha_p(s)\right| \le \frac{p^{\sigma}}{p^{\sigma}-1}$; $\left|\arg\alpha_p(s)\right| \le \frac{1}{\sqrt{p^{2\sigma}-1}}$ $(\sigma > 0)$.

Якщо скористатися розкладом в ряд по степенях s функції $\frac{s}{e^s-1}$, то матимемо, що

$$\alpha_p(s) = \frac{1}{s\ln p} + \sum_{m=1}^{\infty}\frac{B_m(s\ln p)^{m-1}}{m!}, \; |s| < \frac{2\pi}{\ln p},$$

де B_m — числа Бернуллі.

З іншого боку,

$$\alpha_p(s) = \frac{p^s}{p^s-1} = \frac{1}{2}p^{\frac{s}{2}}\left(\frac{p^{\frac{s}{2}} - p^{-\frac{s}{2}}}{2}\right)^{-1} = \frac{1}{2}p^{\frac{s}{2}}\left(\frac{e^{\frac{s\ln p}{2}} - e^{-\frac{s\ln p}{2}}}{2}\right)^{-1} = \frac{p^{\frac{s}{2}}}{2}\left(sh\frac{s\ln p}{2}\right)^{-1} =$$

$$= p^{\frac{s}{2}}\left(s\ln p \cdot \prod_{k=1}^{\infty}\left(1 \pm i\frac{s\ln p}{2\pi k}\right)\right)^{-1}. \tag{1}$$

У цьому випадку отримуємо, що

$$\arg\alpha_p(s) = \frac{t}{2}\ln p - \sum_{k=-\infty}^{\infty} arctg\frac{t + \frac{2\pi k}{\ln p}}{\sigma}.$$

Враховуючи (1), для дзета-функції при $\sigma > 1$ матиме місце ще одне представлення

$$\zeta(s) = \prod_p p^{\frac{s}{2}}\left(s\ln p \cdot \prod_{k=1}^{\infty}\left(1 \pm i\frac{s\ln p}{2\pi k}\right)\right)^{-1}.$$

Функція $\alpha_p(s)$ є мероморфною функцією з простими полюсами в точках $s = 0$; $\pm i\frac{2\pi k}{\ln p}$, $k = 1,2,\ldots$, і відповідно з лишками $\frac{1}{\ln p}$.

Знайдемо логарифмічну похідну функції $\alpha_p(s)$.

$$\ln\alpha_p(s) = \ln\left(p^{\frac{s}{2}}\left(s\ln p \cdot \prod_{k=1}^{\infty}\left(1 \pm i\frac{s\ln p}{2\pi k}\right)\right)^{-1}\right) = \frac{s}{2}\ln p - \ln s - \ln\ln p - \sum_{k=1}^{\infty}\ln\left(1 \pm i\frac{s\ln p}{2\pi k}\right).$$

$$\frac{\alpha'_p(s)}{\alpha_p(s)}=\frac{\ln p}{2}-\frac{1}{s}-\sum_{k=1}^{\infty}\left(s\pm i\cdot\frac{2\pi k}{\ln p}\right)^{-1}.$$

З іншого боку

$$\ln\alpha_p(s)=\ln\left(1-p^{-s}\right)^{-1}=p^{-s}+\frac{p^{-2s}}{2}+\frac{p^{-3s}}{3}+\cdots$$

$$\frac{\alpha'_p(s)}{\alpha_p(s)}=-\frac{\ln p}{p^s}-\frac{\ln p}{p^{2s}}-\frac{\ln p}{p^{3s}}-\cdots.$$

Тоді $-\dfrac{\alpha'_p(s)}{\alpha_p(s)}=\dfrac{\ln p}{p^s}+\dfrac{\ln p}{p^{2s}}+\dfrac{\ln p}{p^{3s}}+\cdots=\sum\limits_{n=1}^{\infty}\dfrac{\Lambda_p(n)}{n^s}$,

де $\Lambda_p(n)=\begin{cases}\ln p,\ n=p^s\\ 0,\ n\neq p^s\end{cases}$, p — фіксоване.

Таким чином,

$$-\frac{\alpha'_p(s)}{\alpha_p(s)}=\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\Lambda_p(n)}{n^s}=\frac{1}{s}-\frac{\ln p}{2}+\sum_{k=1}^{\infty}\left(s\pm i\cdot\frac{2\pi k}{\ln p}\right)^{-1}.$$

Нехай

$$\psi_p(x)=\sum_{n\le x}\Lambda_p(n)=\sum_{p^k\le x}\ln p=\ln p\cdot[\log_p x]=\ln p\left(\log_p x-\left\{\log_p x\right\}\right)=$$

$$=\ln x-\ln p\left\{\frac{\ln x}{\ln p}\right\},\ x\ge 1,$$

(тут $[u]$, $\{u\}$ — відповідно ціла та дробова частини величини u).

Застосуємо до функції $-\dfrac{\alpha'_p(s)}{\alpha_p(s)}$ метод комплексного інтегрування, взявши $b>0$. Отримаємо:

$$\psi_p(x)=\frac{1}{2\pi i}\int_{b-i\infty}^{b+i\infty}\left(-\frac{\alpha'_p(s)}{\alpha_p(s)}\right)\cdot\frac{x^s}{s}ds=\frac{1}{2\pi i}\int_{b-i\infty}^{b+i\infty}\left(\frac{1}{s}-\frac{\ln p}{2}+\sum_{k=1}^{\infty}\frac{1}{s\pm i\cdot\dfrac{2\pi k}{\ln p}}\right)\cdot\frac{x^s}{s}ds=$$

$$=\ln x-\frac{\ln p}{2}+\sum_{k=1}^{\infty}\frac{x^{\pm\frac{2\pi k}{\ln p}}}{\pm i\dfrac{2\pi k}{\ln p}}=\ln x-\frac{\ln p}{2}+\sum_{k=1}^{\infty}\left(\frac{x^{i\frac{2\pi k}{\ln p}}}{i\dfrac{2\pi k}{\ln p}}+\frac{x^{-i\frac{2\pi k}{\ln p}}}{-i\dfrac{2\pi k}{\ln p}}\right)=$$

$$=\ln x-\frac{\ln p}{2}+\sum_{k=1}^{\infty}\frac{\ln p}{\pi k}\sin\left(\frac{2\pi k\cdot\ln x}{\ln p}\right),\qquad x\ge 1.$$

Таким чином,

$$\psi_p(x) = \sum_{p^l \le x} \ln p = \ln x - \frac{\ln p}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\ln p}{\pi k} \sin\left(\frac{2\pi k \cdot \ln x}{\ln p} \right), \qquad (2)$$

де p — фіксоване, $x \ge 1$. Якщо обмежитися скінченною кількістю перших доданків у відповідному функціональному ряді, то отримаємо наближену рівність:

$$\sum_{p^l \le x} \ln p \approx \ln x - \frac{\ln p}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\ln p}{\pi k} \sin\left(\frac{2\pi k \cdot \ln x}{\ln p} \right).$$

Здійснивши у формулі (2) заміну $\ln x = u$, отримаємо

$$\psi_p(e^x) = \psi_p(u) = u - \frac{\ln p}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\ln p}{\pi k} \sin\left(\frac{2\pi k \cdot u}{\ln p} \right), \qquad u \ge 0,$$

тобто, отримали розклад у ряд Фур’є періодичної з періодом $\dfrac{\ln p}{2\pi}$ функції

$$\varphi_p(u) = \frac{\ln p}{2} - \ln p \left\{ \frac{u}{\ln p} \right\}.$$

Отже, формулу (2) можна отримати без застосування методу комплексного інтегрування, скориставшись, для цього рівністю $\psi_p(x) = \ln x - \ln p \left\{ \dfrac{\ln x}{\ln p} \right\}$, заміною $\ln x = u$ та відповідним розкладом в ряд Фур’є.

Скориставшись принципом суперпозиції, функцію Чебишова

$$\psi(x) = \sum_{p^l \le x} \Lambda(n) = \sum_{p^l \le x} \ln x [\log_p x],$$

де

$$\Lambda(n) = \begin{cases} \ln p, \ \mathrm{x} = p^l \\ 0, \ x \ne p^l \end{cases},$$

можна записати таким чином

$$\psi(x) = \sum_{p \le x} \psi_p(x) = \sum_{p \le x} \left(\ln x - \frac{\ln p}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\ln p}{\pi k} \sin\left(\frac{2\pi k \cdot \ln x}{\ln p} \right) \right) =$$

$$= \ln x \sum_{p \le x} 1 - \sum_{p \le x} \frac{\ln p}{2} + \sum_{p \le x} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\ln p}{\pi k} \sin\left(\frac{2\pi k \cdot \ln x}{\ln p} \right) =$$

$$= \pi(x) \cdot \ln x - \sum_{p \le x} \left(\frac{\ln p}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\ln p}{\pi k} \sin\left(\frac{2\pi k \cdot \ln x}{\ln p} \right) \right)$$

(тут розглядаються всі прості числа p, такі що $p^l \le x$). Врахувавши основну асимптотику функції $\pi(x)$, тобто те, що $\pi(x) \approx \frac{x}{\ln x}$, отримаємо наближену рівність

$$\psi(x) \approx x - \sum_{p \le x} \left(\frac{\ln p}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\ln p}{\pi k} \sin\left(\frac{2\pi k \cdot \ln x}{\ln p} \right) \right).$$

Порівнюючи отриману рівність з формулою Мангольдта, тобто з формулою

$$\psi(x) = x + \sum_{\rho} \frac{x^{\rho}}{\rho} - \ln 2\pi - \frac{1}{2} \ln\left(1 - \frac{1}{x^2} \right),$$

приходимо до висновку, що основний вклад в простий, єдиний полюс дзета-функції (а отже, й в асимптотичну формулу для функції $\psi(x)$) здійснюють поетапно центральні полюси $\frac{1}{s}$ функцій $\alpha_p(s)$, $p \le x$; адже саме ці полюси породжують основний член асимптотики, — перший доданок x.

Таким чином, для $x \ge 2$ має місце формула

$$\psi(x) = \ln x \cdot \pi(x) - \sum_{p \le x} \frac{\ln p}{2} + \sum_{p \le x} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\ln p}{\pi k} \sin\left(\frac{2\pi k \ln x}{\ln p} \right).$$

Список використаних джерел:

1. Ахиезер П.Ч. Лекции по теории апроксимации / П.Ч. Ахиезер. — М.: Наука, 1965. — 408 с.

2. Дэвенпорт Г. Мультипликативная теория чисел / Г. Дэвенпорт. — М.: Наука, 1971. — 200 с.

3. Карацуба А.А. Основы аналитической теории чисел / А.А. Карацуба. — М. : Наука, 1975. — 183 с.

4. Риман Б. О числе простых чисел, не превышающих данной величины: сочинения / Б.Риман. — М. : ОГИЗ, 1948. — 543 с.

5. Чебишов П.Л. Об определении числа простих чисел, не превосходящих данной величины : избранные труды / П.Л. Чебишов. — М. : Академия наук СРСР, 1988. — 926 с.

In the statistics, the nutrition of the Chebyshov functions for the functions of functional multipliers in terms of simple numbers for the Zeeler dobotka for the zeta functions of Riman. At the same time, the method of the complex integration method and the Mangoldt formula is effectively applied.

***Key words**: Euler, dobutok, -Chebishov functions, Zeta-functions of Riman, method of integrated integration.*

УДК 373.5.016:53

Круць О.О., аспірант

ОСНОВНІ АСПЕКТИ КОМПЕТЕНТНІСНО-ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ У СТАРШИХ КЛАСАХ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

У статті подається узагальнене поняття компетентнісно-орієнтованого підходу, вимоги та види їх подання учням старших класів під час проведення уроків фізики. Описується важливість використання КОЗ для подальшого розвитку майбутнього фахівця.

***Ключові слова:** компетентності, компетентнісно-орієнтований підхід, урок фізики, старші класи.*

Компетентнісно-орієнтований підхід являється одним із новітніх концептуальних орієнтирів, на який спрямований розвиток змісту освіти в Україні та більшості розвинених країнах світу.

Сучасні педагоги вважають, що без набутих життєво-важливих компетентностей, людина не буде мати можливості повноцінно орієнтуватись у сучасному суспільстві, адже без їх сформованості, особистість не буде здатною швидко реагувати на запити часу.

Основне завдання яке переслідує сучасна система освіти, полягає в створенні умов для підвищення якості освіти, активного впровадження компетентнісного підходу.

Як зазначає О.І. Пометун під «компетентнісним підходом» слід мати на увазі спрямованість освітнього процесу на формування ключових (базових, основних) і предметних компетентностей особистості. Результатом такого процесу, на думку автора, буде формування загальної компетентності людини, що є сукупністю ключових компетентностей, інтегрованою характеристикою особистості. Така характеристика має сформуватися в процесі навчання і містити знання, вміння, ставлення, досвід діяльності й поведінкові моделі особистості [4].

Компетентнісний підхід, як зазначає А. Андреєв, на сучасному етапі переходить із стадії самовизначення в стадію самореалізації, коли заявлені ним загальні принципи і методологічні установи повинні підтвердити себе у різних прикладних розробках [1].

Н.М. Бібік аналізує компетентнісний підхід в освітньому процесі як переорієнтацію «з процесу на результат освіти в діяльнісному вимірі» і розгляд цього результату з погляду затребуваності в суспільстві, забезпечення спроможності випускника школи відповідати новим запитам ринку, мати відповідний потенціал для практичного розв’язання життєвих проблем, пошуку свого «Я» в професії, в соціальній структурі [3].

Компетентнісно-орієнтовані завдання (надалі КОЗ) направленні на те, щоб оцінити рівень сформованості компетентності старшокласника з предмету.

Вимоги до структури завдань:

- Чітке формулювання проблеми.
- Вказівка на форми і види діяльності по вирішенню проблеми.
- Посилання на джерела інформації.
- Вказівка на конкретний продукт діяльності.

Вимоги до змісту завдань:

- Інтеграція, складність джерел (використання не менше 2-3- джерел, різна форма джерел: текст, таблиці, малюнки, фото, цитати і т. і.).
- Різний характер взаємовідношень джерел інформації, наданий формулюванням задачі (співпадання інформації, що міститься в одному джерелі, з інформацією, яка містить в другому джерелі, підкорення однієї інформації іншій, перетинання однієї та іншої інформації, протиріччя, протиставлення однієї інформації іншою).
- Тип інформації (пряма/дотична).

Структура КОЗ:

- стимул,
- задачне формулювання,
- джерело інформації,
- бланк для виконання завдання (якщо воно передбачає структуровану відповідь)
- інструмент перевірки [5].

XXI століття вимагає від освітньої галузі зміни технології навчання. Причому, орієнтація повинна бути на кожного суб'єкта-діяча, з урахуванням його індивідуальних особливостей. А виходячи з вище сказаного, ми розуміємо, що завдяки використанню компетентнісно-орієнтованому підходу у навчанні ми можемо більш об'єктивно і точно, в залежності від цілі навчання, визначати рівень предметної компетентності учня, рівень предметної та професійної компетентності фахівців (в аспекті формування авторського педагогічного кредо) фізико-технологічних галузей, а, також, сприяє переходу від пасивного, репродуктивного навчання на якісно вищий його рівень – активний, продуктивний, творчий і прогнозовано керований [2].

Список використани джерел:

1. Андреев А.Л. Компетентностная парадигма в образовании: опыты философско-методического анализа/ А.Л. Андреев// Педагогика. – 2005. – №4. – С. 19-27.

2. Atamanchuk P. Управленческая поддержка обучения будущих специалистов / P. Atamanchuk, R. Bilyk, W. Mendryezci, O. Nicolaev. – «Problems of interpersonal relations in conditions of modern requirements to quality of education and the level of professional skills of experts». Peer-reviewed materials digest (collective monograph) published following the results of the CLII International Research and Practice Conference and III stage of the Championship in Psychology and Educational Sciences (London, September 21 – September 26, 2017) / International Academy of Science and Higher Education; Organizing Committee: T. Morgan (Chairman), B. Zhytnigor, S. Godvint, A. Tim, S. Serdechny, L. Streiker, H. Osad, I. Snellman, K. Odros, M. stojkovic, P. Kishinevsky, H. Blagoev. – London: IASHE, 2017. – 68 p. – P. 9–13.

3. Бібік Н.М. Компетентнісний підхід: рефлексивний аналіз застосування/ Н.М. Бібік// Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи. – К.: К.І.С., 2004. – С. 47-52.

4. Пометун О. Компетентнісний підхід – найважливіший орієнтир розвитку сучасної освіти /О.Пометун// Рідна школа. – 2005.–№1. – С. 65-69.

5. https://naurok.com.ua/stattya-realizaciya-kompetentisnogo-pidhodu-na-urokah-ukra-nsko-movi-cherez-sistemu-zavdan-2-4kl-42162.html

The article gives a generalized concept of competence-based approach, requirements and types of their presentation high school students during the lessons of physics. The importance of using the competence-oriented task for the further development of the future specialist is described.

***Key words**: competence, competence-oriented approach, physics lesson, senior classes.*

УДК 616-084: 37

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

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ВИКЛАДАННІ ПРИРОДНИЧИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

У статті висвітлена проблема необхідності підвищення рівня використання інформаційно-телекомунікаційних технологій в освітніх установах. Проаналізовані можливості впровадження інформаційно-комп'ютерних технологій у навчальний процес, що сприяє всебічному розвитку особистості, активізує навчальну діяльність та сприяє творчому зростанню майбутнього фахівця. Розглянуто практичні засоби впровадження інформаційно-комунікаційних технологій в навчальний процес.

Ключові слова: *освіта, інформаційно-комунікаційні технології, освітня компетентність, професійна діяльність, заклад омвіти, креативність, інформатизація освіти, компетентнісний підхід.*

Ефективність процесу навчання залежить від багатьох психолого-педагогічних передумов, таких як психологічна підготовленість студентів, усвідомлення ними мети навчання, бажання вчитися, вміння зосередитися на навчальній діяльності та від наявності належного рівня розвитку. Усе це повинен врахувати викладач та по можливості використовувати різноманітні педагогічні засоби, активізувати пізнавальну діяльність студентів [3].

Одним із педагогічних засобів активізації пізнавальної діяльності є комп'ютерні технології навчання. Цей засіб можна використовувати не лише у навчальному процесі, а й у позааудиторній діяльності. Активізація пізнавальної діяльності майбутніх фахівців є актуальним напрямком у дослідженні комп'ютерного навчання. З точки зору багатьох учених та викладачів, саме в ході такої діяльності дидактичні можливості комп'ютера можуть бути розкрити найбільш повно.

У контексті дослідження навчально-пізнавальної діяльності за допомогою комп'ютера чітко проявляються багато актуальних проблем комп'ютерного навчання, в тому числі проблеми розробки його теоретичного фундаменту, створення психологічно обґрунтованих технологій та засобів проектування навчальних програм. Сучасна педагогіка звертається до застосування комп'ютерних засобів, справедливо вбачаючи в них резерви збільшення ефективності педагогічного спілкування та дидактичну продуктивність. Серед переваг, які відзначають, характеризуючи особливості використання таких засобів в навчальних цілях, слід відмітити збільшення мотивації, стимулювання ініціативи та творчого мислення, включення до навчальної діяльності практично всіх студентів, набуття досвіду співробітництва та спільної роботи, встановлення міжпредметних зв'язків, створення "неформального середовища" для навчання та сприятливих передумов для формування різноманітних стратегій розв'язання завдань, "структурування" знань, які можуть застосовуватися у різноманітних галузях, об'єднання розрізнених уявлень у "складну та збалансовану картину світу".

Використання комп'ютера дозволяє реалізувати ці переваги з високим ефектом. Така перспектива відкривається частково завдяки індивідуалізації навчання, можливості врахувати його історію при виборі наступних кроків, розширенню контрольованої педагогами зони, що у сукупності дозволяє їм вести навчальний процес в безпосередньому контакті із студентами.

Указані переваги характерні для різних видів діяльності, у тому числі й таких, які можуть бути проведені й без комп'ютера. Однак існують такі види навчально-пізнавальної діяльності, які принципово не можна реалізувати в безмашинному варіанті чи якісно відмінні від нього. Комп'ютер змінює самий характер діяльності, створює передумови для "породження" образів, узагальнень, цілей та смислів – всього того, що властиве продуктивним видам діяльності. Для того, щоб намітити шляхи розробки ефективних дидактичних навчально-пізнавальних комп'ютерних програм, необхідно уточнити уявлення про природу навчально-пізнавальної діяльності та її психологічні особливості.

Одним з найбільш важливих питань є питання визначення місця використання комп'ютерних програм у навчальному процесі [1]. Розв'язуючи його, слід виходити з аналізу цілей навчальної діяльності з урахуванням її ієрархії. Така діяльність може сприяти одночасно досягненню декількох освітніх цілей, останні можуть бути задані, як в явному, так і в прихованому вигляді. Однак вона може відіграти й негативну роль, особливо, якщо не враховувати її співвідношення з іншими компонентами навчальної діяльності.

Досягнення навчальних цілей у ході використання навчальних програм може спочатку виступати як побічний продукт діяльності. Однак у правильно побудованій моделюючій програмі засвоєння в меншій мірі деяких способів дій (планування, побудова алгоритму розв'язування, вибору критеріїв контролю тощо) має виступати як прямий продукт навчання, в значній мірі їх засвоєння є необхідною умовою досягнення навчальних цілей. Сформульовані вимоги до навчально-моделюючих програм дозволяють уточнити сферу їх застосування, виокремити специфічні умови та особливості навчально-пізнавальної діяльності студентів.

При розробці дидактичних вимог до комп’ютерних моделюючих програм слід виходити також і зі змісту дидактичних принципів. Правомірність такого підходу не викликає сумніву, тому що положення про те, що дидактичні вимоги завжди базуються на дидактичних принципах, є в дидактиці загальновизнаним, однак шляхи його реалізації не завжди є обґрунтованими.

Таким чином, не заперечуючи специфіку комп’ютерного навчання, ми вважаємо, що воно підпорядковується тій же системі дидактичних принципів, що й взагалі навчання, але за умови, що система таких принципів та зміст кожного з них оптимізовані на основі сучасних даних психологічної та педагогічної наук. Отже, мова повинна йти не про заміну традиційних дидактичних принципів, а про їх перегляд та наповнення таким змістом, який дозволив би конструктивне використання у будь-яких ситуаціях навчання, організованих за допомогою комп’ютерної техніки.

При виявленні дидактичних вимог до комп’ютерних дидактичних програм варто, перш за все, орієнтуватися на ті принципи навчання, зміст яких переглянуто на основі сучасних теоретичних досягнень у галузі педагогіки та психології, що й дозволяє використовувати їх в якості основи для дослідження даної дидактичної проблеми [2].

Одним з провідних дидактичних принципів є принцип науковості. Відповідно до нього, в зміст навчання мають включатися не тільки усталені в науці знання, але й найбільш фундаментальні проблеми сучасної науки та перспективи її розвитку. У відповідності із сьогоднішніми уявленнями принцип науковості визначає не лише відбір змісту навчального матеріалу, але й способи його засвоєння, адекватні сучасному науковому знанню. У зв’язку з цим пропонується формування в студентів умінь та навичок наукового пошуку, ознайомлення їх із сучасними методами пізнання.

На основі змісту принципу науковості може бути виокремлений ряд вимог до комп’ютерних моделюючих програм. Перш за все, ці програми доцільно наповнювати таким змістом, який найбільш ефективно може бути засвоєний тільки за допомогою комп’ютера. Це стосується демонстрації процесів, сутність яких може бути виявлена тільки на мікрорівні будови речовини, процесів та явищ, реалізація яких в умовах експерименту не можлива з ряду причин:

небезпеки проведення дослідів у лабораторії, тривалості чи напроти, миттєвості їх протікання, тобто там, де треба замінити реальний експеримент.

Зміст комп’ютерних моделюючих програм повинен відповідати сучасному стану наукового знання Не дивлячись на те, що ця вимога формулюється досить тривіально, її роль досить значна. Способи засвоєння навчального матеріалу, які передбачені програмою, мають бути адекватними сучасним науковим методам пізнання. В якості останніх можуть бути названі метод моделювання, у тому числі математичного, метод системного аналізу, які сприяють більш глибокому пізнанню об’єктів, які є системою зі складною організацією.

Традиційне розуміння принципу наочності, як відомо, зводиться до того, щоб створити в студентів чуттєве уявлення про об’єкт вивчення. Досягнення психологічної та педагогічної науки дозволили уточнити й доповнити його. У програмах повинна бути подана не будь-яка модель, а тільки та, яка сприяє реалізації дидактичних цілей даної навчальної програми. Модель, яка міститься в програмі, має бути подана у формі, яка дозволяє найбільш чітко розкрити суттєві зв’язки та відношення об’єкта. Найбільш важлива вимога, яка базується на сучасному розумінні принципу наочності, полягає в тому, що за допомогою комп’ютерних навчальних програм необхідно не лише відобразити об’єкт вивчення, але й організувати діяльність студентів із його перетворення.

На основі діяльнісного підходу переглянуто також зміст принципу систематичності та послідовності. Якщо раніше він передбачав тільки систематизацію знань, у їх відриві від діяльності із засвоєння цих знань, то наразі у зміст цього принципу вводиться другий компонент – уявлення адекватних дій, в яких ці знання засвоюються, що є важливим доповненням до його традиційного змісту. Щоб в студентів із самого початку склалась система уявлень про планувальну діяльність, необхідно на початковому етапі навчання дати загальний припис (орієнтовну основу дій) для наступної роботи. Існує точка зору, що принцип систематичності в його традиційному трактуванні повинен бути замінений на принцип системності. Таке тлумачення принципу систематичності та послідовності дозволяє окреслити ряд вимог до комп’ютерних моделюючих програм. Поряд з предметними знаннями в зміст програми мають увійти й спеціальні методологічні знання, які відображають структуру відповідної науки.

У склад методологічних знань доцільно включити системні методи пізнання. Ці методи можуть бути найбільш оптимально реалізовані за допомогою комп’ютерних навчальних програм. А тому зрозуміло, що в об’єктах чи явищах, які відображаються за допомогою комп'ютерних програм, повинні бути відокремлені основні структурні елементи та суттєві зв'язки між ними, які дозволяють уявити цей об'єкт (явище) у вигляді цілісного утворення. Алгоритм, у відповідності з яким будується діяльність майбутнього фахівця в ході засвоєння матеріалу має відображати логіку його системного аналізу [4].

Зміст діяльності, яка організовується за допомогою комп'ютерних моделюючих програм, повинен відповідати знанням, що засвоюються. Так, якщо програма має на меті формування в студентів типових вмінь, то організацію діяльності слід вести за готовим алгоритмом, заданим розробником програми. Напроти, якщо передбачається формування вміння розв'язувати евристичні завдання, то студентам необхідно надати можливість самостійно побудувати алгоритм дій, а комп'ютер у подібній ситуації виступає лише у ролі “контролера” або “експерта”.

Оскільки активність обумовлена свідомістю то під час розробки комп'ютерних моделюючих програм необхідно орієнтуватися на наступні вимоги: доцільно у структурі навчальних програми вводити орієнтаційний компонент, який має включати два види знань – знання про діяльність, яка реалізується за допомогою комп'ютерних навчальних програм (мета діяльності, її предмет, засоби й основні етапи здійснення), і предметні знання, необхідні для вдалої роботи з програмою (формули, довідково-інформаційні дані).

Традиційне трактування принципу індивідуального підходу в навчанні було орієнтоване лише на окремі характеристики студента та на відповідність навчального матеріалу цим характеристикам. У сучасному розумінні принцип індивідуалізації навчання базується на ідеях цілісного, особистісного підходу до майбутнього фахівця як до суб'єкта діяльності. Його зміст виявляється як система індивідуалізованих способів та прийомів взаємопов'язаних дій викладача та студентів, яка органічно властива усім етапам процесу навчання та спрямована на всебічне врахування їх індивідуальних особливостей.

Сукупність вимог до моделюючих програм, які реалізують принцип індивідуалізації навчання, може бути відображена наступним чином: урахування при відборі та побудові навчального матеріалу, вихідного рівня предметних та навчальних знань студентів, а також рівня розвитку їх мотиваційної сфери, індивідуально-особистісних, психофізіологічних особливостей. Програми комп'ютерного типу, на відміну від традиційних, дозволяють уже сьогодні в значній мірі реалізувати вказані вимоги [5].

На основі діяльнісного підходу переглянуто й зміст принципу доступності. Доступність розуміється як можливість досягнення мети навчання. Умовою її реалізації є наявність до початку навчання всіх внутрішніх та зовнішніх умов. Повна та узагальнена система цих умов передбачає наявність:

- суб’єкта навчання, тобто студента, який володіє необхідними предметними та навчальними знаннями, системою позитивних навчальних мотивів, психофізичними передумовами для успішного здійснення навчання та знаходитися у стані актуальної готовності до виконання цієї діяльності;
- адекватної методики засвоєння, тобто системи методів, прийомів, засобів навчання, які відповідають специфіці даного навчального матеріалу, а також які відповідають характеристикам студента;
- сприятливих зовнішніх умов для організації та здійснення діяльності майбутніх фахівців.

Принцип доступності при такому змісті набуває узагальненого характеру у відношенні до інших дидактичних принципів, які відображають його процесуальну сторону (принципи наочності, систематичності та послідовності, індивідуалізації навчання). Якщо останні спрямовані на створення окремих умов, то принцип доступності покликаний констатувати наявність системи цих умов. При одночасній наявності названих вище умов навчання можна говорити про реалізовану доступність, тобто про можливість досягнення мети.

Список використаних джерел:

1. Мендерецький В. В., Недільська У. І. Значення інформаційно-телекомунікаційних технологій для розвитку освіти в Україні // Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам’янець-Подільський : К-ПНУ ім. Івана Огієнка, 2016. – Вип. 22: «Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю». – С. 200-204.

2. Мендерецький В. В. Використання комп’ютерних технологій для підвищення якості самоосвіти студентів загальноосвітньої школи з фізики // Збірник наукових праць КПНУ імені І. Огієнка. Серія педагогічна. − Кам’янець-Подільський: КПНУ імені І. Огієнка, 2015. — Вип. 21: «Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю». – С. 45-51.

3. Мендерецький В. В. Місце та роль інформаційно-телекомунікаційних технологій в системі освіти України // Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації : тези доповідей VII міжнародної

наукової конференції. – Кам’янець-Подільський : Кам’янець-Поділ. національний університет ім. Івана Огієнка, 2016. – С. 145-146.

4. Atamanchuk P., Atamanchuk V., R.Bilyk, Menderetsky V., Nedelsky U., Panchuk O. The theoretical foundations of management processes of formation of the future expert /. - Sciences of Europe: Praha, Czech Republic. - VOL 2, No 15. - 2017. - P. 55-70.

5. Atamanchuk P., R.Bilyk, Menderetsky V., Nicolaev O., Panchuk O. Psycho-pedagogical bases of management the process of formation of innovative competence of students. - The scientific method. - Warszawa: Ciołka 13. - VOL 1, No 7. - 2017. - P. 59-64.

The article highlights the problem of the need to increase the level of use of information and telecommunication technologies in educational institutions. The possibilities of introduction of information and computer technologies into the educational process that promote the comprehensive development of the individual, activates the educational activity and promotes creative growth of the future specialist are analyzed. The practical means of implementation of information and communication technologies in the educational process are considered.

Key words: *education, information and communication technologies, educational competence, professional activity, institution of ombra, creativity, informatization of education, competence approach.*

УДК 372.853:372.854:372.857

Німчук Н.І., аспірант

РЕАЛІЗАЦІЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ’ЯЗКІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ СТАРШОКЛАСНИКІВ

У статті розглянуто та теоретично обґрунтовано реалізацію міжпредметних зв’язків при навчанні фізики старшокласників у загальноосвітніх навчальних закладах.

Ключові слова: *реалізація, міжпредметні зв’язки, учні, навчально-виховний процес, взаємозв’язок, засвоєння знань.*

Пошуки ефективних шляхів підвищення навчально-виховного процесу в загальноосвітньому навчальному закладі все більше привертає увагу педагогів, учених, методистів і практиків. У даний час широкого поширення набула проблема реалізації міжпредметних зв’язків. Хоча ця проблема не нова в педагогічній науці, але мабуть, немає необхідності доводити важливість міжпредметних зв’язків у процесі викладання. Міжпредметні зв’язки є дидактичною умовою і засобом глибокого, і всебічного засвоєння основ наук у школі. Установлення міжпредметних зв’язків у шкільному курсі фізики сприяє більш поглибленому засвоєнню знань, формуванню наукових понять і законів, вдосконаленню навчальновиховного процесу та оптимальної його організації, формуванню наукового світогляду, єдності матеріального світу, взаємозв’язку явищ у природі й суспільстві. Крім того, вони сприяють підвищенню наукового рівня знань учнів, розвитку логічного мислення і їх творчих здібностей. Реалізація міжпредметних зв’язків усуває дублювання у вивченні матеріалу, заощаджує час і створює сприятливі умови для формування загальнонавчальних умінь і навичок учнів. Саме тому міжпредметні зв’язки є важливою умовою і результатом комплексного підходу в навчанні і вихованні учнів.

Міжпредметні зв’язки слід розглядати як відображення в навчальному процесі міжнаукових зв’язків, що складають одну з характерних рис сучасного наукового пізнання. Таким чином, актуальність проблеми міжпредметних зв’язків у сучасних умовах посилюється зниженням значущості й інтересу учнів загальноосвітніх навчальних закладів до предметів природничого циклу, що зумовлено існуванням штучного розриву між спорідненими галузями природничих наук.

Мета статті полягає в теоретичному обґрунтуванні реалізації міжпредметних зв’язків при навчанні фізики у загальноосвітніх навчальних закладах.

Однією з важливих умов міцності знань, умінь і навичок, які формуються в учнів, є здійснення міжпредметних зв’язків у процесі викладання навчальних предметів. Вирішення проблеми міжпредметних зв’язків відіграє важливу роль при визначенні змісту, методів і організації процесу навчання. «Міжпредметні зв’язки» – це вираження фактичних зв’язків, що встановлюються в процесі навчання або в свідомості учня, між різними навчальними предметами. Незважаючи на причину багатогранного трактування поняття «міжпредметні зв’язки», автори [8] вбачають в об’єктивно існуючому багатофункціональному характері. Серед них у предметній системі навчання автори [8] виділяють такі функції: методологічну, формувальну, виховну, навчальну, розвивальну, конструктивну, системно навчальну. Деякі автори дидактичних досліджень вважають, що міжпредметні зв’язки мають дві сторони – об’єктивну і суб’єктивну. Об’єктивна сторона міжпредметних зв’язків знаходить вираження у визначенні змісту навчання і враховується при розробці навчальних планів, програм, складанні підручників, навчальних і методичних посібників з відповідних навчальних предметів.

Суб’єктивна сторона міжпредметних зв’язків здійснюється вчителями в процесі навчання. Оскільки міжпредметні зв’язки мають різноманітність дидактичних функцій, то їх класифікують за різними ознаками [5]: за змістом навчального матеріалу; за методами та засобами навчання; за уміннями, що формуються. Міжпредметні зв’язки поділяють на внутрішньоциклові (зв’язки фізики з біологією, хімією) і міжциклові (зв’язки фізики з історією, всесвітньою літературою тощо).

Використання міжпредметних зв’язків – одне з найскладніших методичних завдань учителя фізики. Воно вимагає знань змісту програм і підручників з інших предметів. Обсяг матеріалу, що використовується з інших предметів, повинен бути за можливістю невеликим. Готуючись до уроку, вчитель повинен вирішити питання про глибину розкриття матеріалу з міжпредметних зв’язків у курсі фізики [7]. Сукупність функцій міжпредметних зв’язків реалізується в процесі навчання, якщо вчитель фізики використовує все розмаїття їх видів. Реалізація міжпредметних зв’язків у практиці навчання передбачає співпрацю вчителя фізики з учителями хімії, біології, відвідування відкритих уроків, майстер-класів, спільне планування уроків тощо. Розглянемо, як відбувається реалізація міжпредметних зв’язків між предметами фізика і хімія.

Шкільні навчальні дисципліни – фізика і хімія є основами фізичних і хімічних наук. Ці науки взаємозв’язані, причому взаємозв’язки їх зумовлені загальними об’єктами пізнання (тіла, процеси, закономірності неживої природи) і загальними методами наукового пізнання (теоретичні, експериментальні, математичні). Необхідність встановлення у навчальному процесі зв’язків між фізикою і хімією як навчальними предметами диктується, по-перше, об’єктивно існуючими взаємозв’язками фізичних і хімічних наук, подруге, вимоги дидактики і психології про необхідність послідовного розвитку і узагальнення знань учнів. А також систематизації процесу формування ними наукових понять.

Аналіз змісту курсів фізики і хімії показує [6], що загальними системами понять, включених у ці курси, є: – система понять про речовину і її структурні елементи; – система понять про явища і процеси, які відбуваються між структурними елементами речовини. Як вважають М.Я. Голобородько, Ф.М. Соколова, що в процесі викладання фізики і хімії міжпредметні зв’язки можуть здійснюватися у таких напрямках: – формування учнями фундаментальних, загальних для фізики і хімії понять про структуру речовини і процесах, що відбуваються в структурних елементах речови та кристалічна гратка, «Будова атома», «Дослід Резерфорда», «Ядерні реакції», «Згоряння палива», «Хімічна дія світла, фотографія» пов'язують фізичні та хімічні знання.

У подальшому розглянемо реалізацію міжпредметних зв'язків між предметами фізика і біологія. Взаємозв'язок фізики з біологією реалізується при вивченні дифузії. На цьому уроці наводяться приклади з ботаніки. При вивченні звукових і світлових явищ – матеріал з зоології та анатомії (зокрема, про будову вуха, очей, про світлове сприйняття, особливості зору риб і людини).

Під впливом міжпредметних зв'язків закон збереження енергії перестає бути елементом лише системи фізичних знань. Він сприймається учнями як загальний закон природи, як елемент загальнонаукових знань. Здійснюючи міжпредметні зв'язки «фізика-хімія-біологія», учителям важко переконати учнів у тому, що біологічна форма руху матерії має більш високий рівень її розвитку, вона не може бути зведена до фізико-хімічних форм. У живій природі фізико-хімічні процеси підлягають біологічним закономірностям еволюційного розвитку, єдності організму і середовища, взаємозв'язку будови і функцій, процесам нервової і гуморальної регуляції функцій тощо [5].

Основна складність полягає в невмінні працювати самостійно, творчо та продуктивно мислити. Щоб полегшити засвоєння навчального матеріалу, необхідно домагатися розуміння суті основних логічних форм мислення: понять, суджень, умовиводів. Враховуючи основні формально-логічні закони та психологічні закономірності формування мислення основну увагу при вивчені природничих дисциплін треба зосереджувати на розвитку творчих здібностей, логічного мислення, формування інтелектуальних умінь і навичок розумової праці. У курсі предметів природничого циклу існують великі можливості для реалізації міжпредметних зв'язків і при розв'язуванні задач. Оскільки задачі на уроках фізики, хімії і біології є дуже важливим методом раціонального навчання учнів, то буде корисним і доцільним розв'язувати задачі, які мають зміст міжпредметного характеру.

Провівши аналіз психолого-педагогічної, методичної, наукової літератури та Інтернет ресурсів можна стверджувати, що реалізація міжпредметних зв'язків при викладанні фізики є основою формування в свідомості учнів наукової картини світу, систематизує знання, дозволяє оживити уроки, збільшити густину і глибину інформації, підсилити пізнавальну активність учнів при засвоєнні фізичних, хімічних і біологічних знань.

Отже, міжпредметні зв’язки можна використовувати на різних етапах сучасного уроку: перевірки та актуалізації знань, вивчення нового матеріалу, систематизації та закріпленні вивченого матеріалу, домашнього завдання і навіть при контролі знань.

Список використаних джерел:

1. Бузько В. Реалізація міжпредметних зв’язків у процесі навчання фізики / В. Бузько, С. Величко // Наукові записки: Серія: Педагогічні науки. Випуск 82 (1). – Кіровоград, 2008. – С. 139–144. – Режим доступу: nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/nz/p.

2. Войтович О.П. Розроблення і упровадження дидактичних засобів з фізики міжпредметного змісту / О.П. Войтович. //Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №3. Фізика і математика у вищій і середній школі: Зб. Наукових праць. – К.: НПУ імені Драгоманова, 2010. – №6. – С. 156-163.

3. Головата І.В. Інтеграція у викладанні біології (з досвіду роботи) /І.В. Головата // Біологія. Преса, 2010. Лютий. – №6 (270). – С. 9-10.

4. Левашова В.М. Міжпредметні зв’язки природничих дисциплін як засіб формування наукового світогляду школярів / В.М. Левашова // Вісник Національного технічного університету україни "КПІ": Філософія. Психологія. Педагогіка – №1, 2008. – С. 154-158. – Режим доступу: novyn.kpi.ua/2008-1/07_levashova.pdf.

5. Максимова В.Н. Межпредметные связи и совершенствование процесса обучения: Кн. для учителя. / В.Н. Максимова. – М.: Просвещение, 1984. – 143 с.

6. Межпредметные связи естественно-математических дисциплин. Пособие для учителей. Сб. статей / Под ред. В.Н. Федоровой. – М.: Просвещение, 1980. – 208 с.

7. Межпредметные связи курса физики в средней школе / Ю.И. Дик, И.К. Турышев, Ю.И. Лукьянов и др.; Под ред. Ю.И. Дика, И.К. Турышева. – М.: Просвещение, 1987. – 191 с.

8. Мендерецький В.В. Реалізація можливостей міжпредметних зв’язків при вивченні курсу фізики / В.В. Мендерецький, С.І. Дмитрук, В.С. Шуліка // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка [Текст]. Вип. 89 /Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка; гол. ред. Носко М.О. – Чернігів: ЧДПУ, 2011. – С. 118-121 (Серія: Педагогічні науки).

9. Стучинська Н.В. Інтеграція знань при вивченні природничо-наукових дисциплін у класах медичного та біологічного профілю / Н.В. Стучинська, А.В.

Шморгун, Л.О. Мороз // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка [Текст]. Вип. 77 /Чернігівський державний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка; гол. ред. Носко М.О. – Чернігів: ЧДПУ, 2010. – С. 154-158.

In the article, it is theoretically substantiated by the realization of the main subjects of communications at the beginning of the high school senior schoolgirls in zagnoosvitnih the initial mortgages.

Key words: *realia, intercourse, language, learning, spinning process, mutual communication, knowledge of knowledge.*

УДК 539.213.2

Оптасюк С.В., кандидат фізико-математичних наук, доцент

ДИНАМІКА КРИСТАЛІЧНОЇ РЕШІТКИ ДЛЯ PbTe:Bi(Sb)

У роботі представлено результати КРС дослідження динаміки кристалічної решітки для PbTe:Bi(Sb) та $Pb_mAgSbTe_{20}$. Експерименти проводились на об'ємних кристалах, які не піддавались додатковій обробці та мають кристалічну структуру типу NaCl.

Ключові слова: *комбінаційне розсіювання світла, телурид свинцю, оптичні властивості*

Телурид свинцю та сплави і тверді розчини на його основі – це перспективні матеріали для створення датчиків випромінювання в інфрачервоній області спектру, термоелектричних пристроях, фоторезисторах та інфрачервоних лазерах. Відомо, що ці сполуки дуже близькі до структурної нестабільності і чутливі до температури кристалізації, тиску та легуючих домішок. В ряді робіт показано, що при високих тисках в халькогенідах свинцю спостерігаються електронні та структурні фазові переходи від решітки типу NaCl в GeS, а далі – в CsCl [1-4].

Тому, дослідження динаміки кристалічної решітки бінарних вузькозонних напівпровідникових сполук PbTe та багатокомпонентних твердих розчинів на його основі дає уявлення про можливі причини зміни термоелектричної добротності для цих сполук. Відомо, що КРС дослідження PbTe з кристалічною решіткою типу NaCl викликає певні труднощі. Це пов'язано з тим, що в кристалах з кубічною граткою заборонене КРС фононів першого порядку. Тому, більшість досліджень проводились на кристалах, які попередньо піддавались термічній обробці, або прикладанню додаткового тиску. [9-11] Проте інформації щодо КРС досліджень PbTe без додаткової підготовки дуже мало.

Спектри комбінаційного розсіювання для PbTe легованих домішками Sb та Bi (0,1 ат.%) в діапазоні частот 80-500 см$^{-1}$ представлено на рис.1. Для всіх зразків чітко проявляються спільні моди 95, 119 см$^{-1}$. Пік 95 см$^{-1}$ автори в [1, 2] пов'язують з коливаннями тонкого шару TeO_2 на поверхні PbTe, внаслідок його окиснення. Пік 119 см$^{-1}$ може виникати з двох причин. Перша причина полягає в збудженні низькоенергетичного LO фонона через безпосередню близькість довжини хвилі збудження (488 нм) до критичної точки енергії Фермі для PbTe. Друга причина виникнення даного піку пов'язана із забороненою LO модою [2]. Авторами в даній роботі також було теоретично передбачено існування даного піку для PbTe на основі розрахунку динаміки решітки за першим принципом наближення. Вони показали, що дана мода проявляється в локальному стані в безпосередній близькості від домішок.

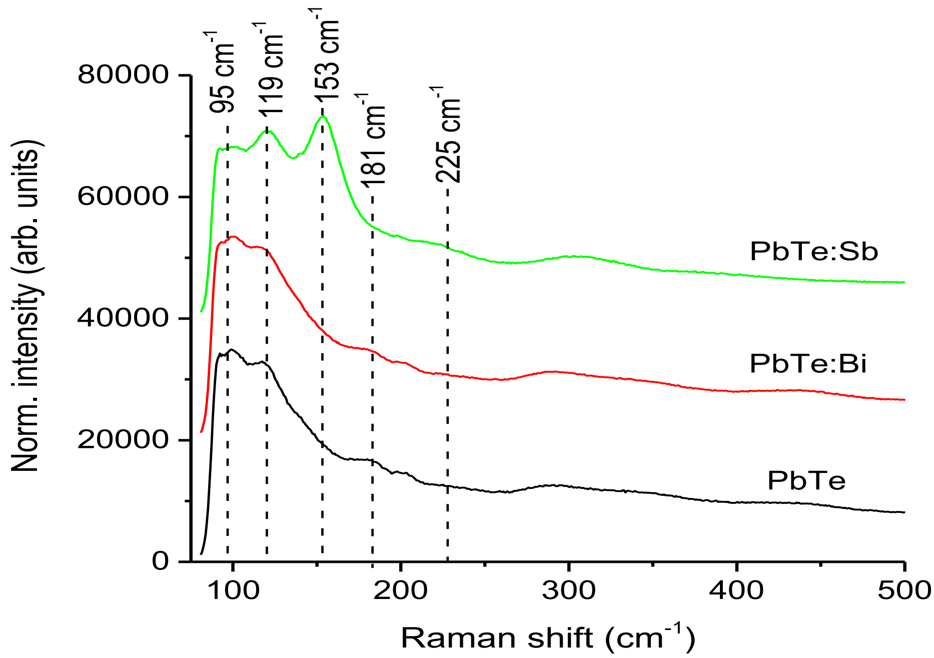


Рис. 1. Спектри КРС для PbTe, PbTe:Bi, PbTe:Sb

Мода 119 см$^{-1}$ спостерігається на однаковій частоті і при введенні в матрицю PbTe домішок та Bi. Тому можна припустити, що атоми Sb та Bi в локальному режимі не впливають на симетрію гратки PbTe. Таким чином, атоми Sb та Bi не чинять легуючої дії на матрицю PbTe. Це припущення добре узгоджується із результатами дослідження термоелектричної добротності для PbTe:Sb(Bi).

Ймовірною причиною появи цієї моди в нелегованому PbTe може бути відхилення складу сполуки від стехіометрії. Дане припущення було підтверджено даними енергодисперсної рентгенівської спектроскопії (EDS), де показано, що дефекти і порушення періодичності решітки можуть активувати заборонені LO моди через локальні зміни симетрії [2].

В усіх спектрах наявна мода 181 $см^{-1}$. Автори робіт [3, 4] пов’язують дану моду з плазмон-фононною взаємодією на поверхні PbTe. Така інтерпретація видається сумнівною, оскільки положення плазмон-фононного піку залежить від концентрації носіїв заряду. В нашому випадку можна стверджувати, що концентрація носіїв змінювалась в широких межах.

Варто відмітити також пік з частотою 153 $см^{-1}$ у високоенергетичній області спектру, який проявляється лише для PbTe:Sb. Згідно результатів дослідження спектрів КРС для Sb_2Te_3, авторами в [3], даний пік може відповідати A_{1g} моді додаткової фази Sb_2Te_3, що утворилась внаслідок взаємодії надлишкового телуру та стибію. Наявність даної фази в матриці *n*-PbTe підтверджується також вимірюванням температурних залежностей коефіцієнта Зеєбека та теплопровідності для PbTe:Sb.

Спектри комбінаційного розсіювання тонких плівок PbTe:Sb (концентрація домішки 0,1 ат.%) з різним часом осадження на підкладках ситалу в інтервалі частот 80-500 $см^{-1}$ представлено на рис. 2.

У високоенергетичній області спектру (інтервал частот 80-120 $см^{-1}$) для всіх плівок незалежно від часу осадження чітко проявляються піки 92, 119 $см^{-1}$ з незначним відхиленням (таблиця 1.) в залежності від зразка. Пік 92 $см^{-1}$ автори в [7] пов’язують із накладанням TO(Δ)+TA(Δ) мод TeO_2. Пік 117 $см^{-1}$ для тонких плівок на основі телуриду свинцю ряд авторів пов’язують із модою LO фонона PbTe в X точці зони Брілюена [4, 6-8]. Варто відмітити, що для об’ємних зразків PbTe цей пік також пов’язують з поздовжнім оптичним фононом, проте він знаходиться в T точці зони Брілюена.

В інтервалі частот 120-200 $см^{-1}$ чітко проявляються піки 140 та 180 $см^{-1}$. У [9] пік 140 $см^{-1}$ пов'язують із LO фононом другого порядку в X точці зони Брілюена. Пік 180 $см^{-1}$, як уже відмічалось при розгляді раманівського спектру об'ємного PbTe, має складну природу. Ймовірна зміна концентрації носіїв внаслідок зміни часу осадження плівок дає можливість стверджувати про приналежність даного піку до двох фононного розсіювання на LO-фононах PbTe.

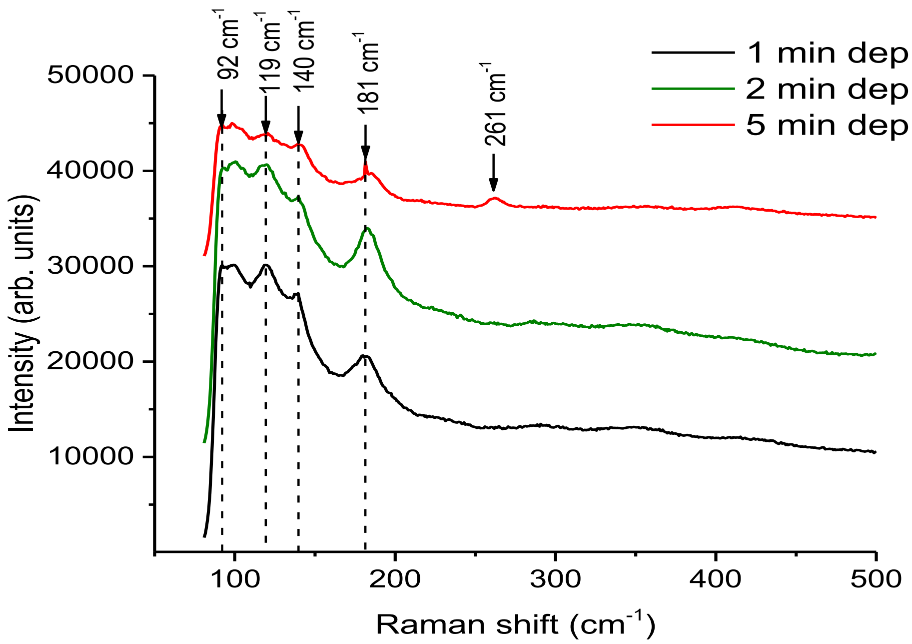


Рис. 2. Спектри КРС для PbTe, PbTe:Bi, PbTe:Sb

Таблиця 1.

Моди фононних коливань на раманівському спектрі тонких плівок PbTe:Sb з різним часом осадження

Assignment / ***Raman peak (cm^{-1})***	***TO(Δ)+TA(Δ) (TeO$_2$)***	***LO(X) (PbTe)***	***2LO(X) (TeO$_2$)***	***2LO (PbTe)***	***2A$_{1g}$ (Sb$_2$Te$_3$)***
1 min dep	92	117	137	181	-
2 min dep	90	112	140	180	-
5 min dep	89	120	142	183	262

Варто відмітити наявність чітко вираженого піку 262 см$^{-1}$ в плівці з найбільшим часом осадження. Ймовірно, цей пік пов'язаний з 2A$_{1g}$ модою Sb_2Te_3, яка проявилась завдяки меншому ступеню окиснення даної плівки. В цілому, наявність на поверхні PbTe моношару TeO_2 сильно ускладнює ідентифікацію піків на раманівському спектрі.

Спектри комбінаційного розсіювання світла для системи Pb-Ag-Sb-Te (LAST) в інтервалі частот 70-500 см$^{-1}$ представлено на рис. 3.

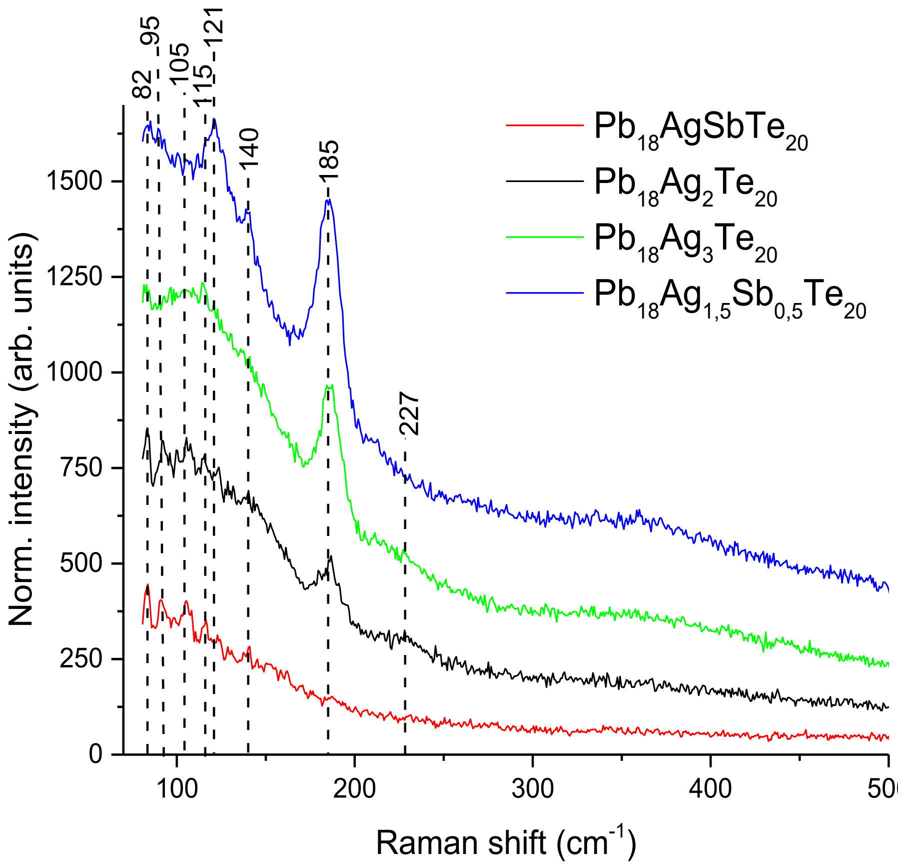


Рис. 3. Спектри КРС для зразків системи Pb-Ag-Sb-Te (LAST)

Як видно з рис. 3 та таблиці 1.2 для всіх досліджуваних зразків в спектрі комбінаційного розсіювання світла спостерігались піки 82, 105, 121, 140, 187 см$^{-1}$. Пік 82 см$^{-1}$ автори в [11] пов’язують з модою TeO_2 на поверхні PbTe. Дана мода є комбінацією TO(L) + TA(L) мод. У [88] піки 105, 121 та 140 см$^{-1}$ також пов’язують з оксидною плівкою TeO_2. Варто відмітити, що піки 105 та 140 також є комбінацією поперечних акустичних та поздовжніх оптичних мод, які проходять через X (108 см$^{-1}$) та Γ (140 см$^{-1}$) точки зони Брілюена. Проте, автори в роботі [12] показали, що пік 140 см$^{-1}$ належить складній протяжній моді Pb-O-Pb (оксидний шар свинцю на поверхні зв’язка). Пік при 185 см$^{-1}$ належить оптичній поздовжній моді другого порядку для PbTe, що проходить через L точку зони Брілюена. Причому, для зразка $Pb_{18}Ag_3Te_{20}$ даний пік розкладається на два з близькими частотами 184 та 187 см$^{-1}$.

Таблиця 2

Відповідність раманівських піків критичним точкам зони Брілюєна для LAST

Assignment / Raman peak (cm^{-1})	TO(L) +	2TO(Г)	LO(X) + TA(X)	LO(Г)	LO(X)	TO(L) +	TO(Г)+LO(Г)	2LO(L)	2LO(Г)
$Pb_{18}AgSbTe_{20}$	3	0	1 08	15	21	40	53	18 7	-
$Pb_{18}Ag_{1,5}Sb_{0,5}Te_{20}$	2		1 05		21	40		18 4	-
$Pb_{18}Ag_2Te_{20}$	3	2	1 05	15	23	39	53	18 6	2 28
$Pb_{18}Ag_3Te_{20}$	2	6	1 09	14	19	41		18 4/187	2 27

Пік 92 $см^{-1}$ наявний у спектрах усіх зразків крім $Pb_{18}Ag_{1,5}Sb_{0,5}Te_{20}$. В роботах [13, 14] даний пік пов’язують з поперечним оптичним фононом другого порядку TeO_2, що проходить через Г точку зони Брілюена. Варто відмітити, що в раманівському спектрі $Pb_{18}Ag_{1,5}Sb_{0,5}Te_{20}$ також відсутні піки 115, 153, 227 $см^{-1}$. В роботах [11, 13, 4, 6] пов’язують пік 115 $см^{-1}$ з LO фононом TeO_2 в Г точці зони Брілюена; пік 153 $см^{-1}$ – з комбінацією поперечного та поздовжнього оптичних фононів шару оксиду телуру; пік 228 $см^{-1}$ – з поздовжнім оптичним фононом другого порядку для TeO_2.

Як вже відмічалось вище, завдяки багатокомпонентному складу LAST-системи та кристалічній структурі типу NaCl, в спектрі комбінаційного розсіювання піки з однаковими частотами можуть накладатись, що значно ускладнює їх ідентифікацію. Так, авторами в [8, 12] показано, що в спектрі КРС елементарного Sb та сполуки AgSb наявні піки з частотами 115 та 120 $см^{-1}$. Піки на таких частотах спостерігаються і в спектрі $Pb_{18}AgSbTe_{20}$. Тому, ймовірно, в зразку $Pb_{18}AgSbTe_{20}$ можливі нановключення фази AgSb. Це підтвердження частково підтверджується термоелектричними дослідженнями даних зразків. Значене зростання коефіцієнта Зеєбека та падіння питомої електропровідності для $Pb_{18}AgSbTe_{20}$ ймовірно пов’язано з із нанокластерами AgSb.

Висновки:

Дослідження комбінаційного розсіювання для PbTe:Bi(Sb) показало, що домішки елементарного Sb та Bi не чинять легуючої дії на матрицю *n*-PbTe. За положеннями раманівських піків в спектрах КРС для PbTe:Sb було встановлено, що в структурі даної сполуки наявна додаткова фаза Sb_2Te_3. Частково результати дослідження комбінаційного розсіювання світла для PbTe:Bi(Sb) підтверджені результатами дослідженням термоелектричних властивостей для цих сполук. Також показано, що пік 180 $см^{-1}$ для даних зразків не пов'язаний з плазмон-фононною взаємодією, оскільки концентрація носіїв заряду в зразках різна. Результати дослідження комбінаційного розсіювання світла для тонких плівок PbTe:Sb з різним часом осадження також показали наявність додаткової фази Sb_2Te_3 для плівки з часом осадження 5 хв. Наявність цієї фази обумовлена меншим ступенем окиснення даної плівки порівняно з іншими. Дослідження динаміки кристалічної гратки для LAST-системи показало наявність піків, що відповідають коливальним модам AgSb (зразок $Pb_{18}AgSbTe_{20}$). Присутність нановключень AgSb добре узгоджується із отриманими експериментальними результатами термоелектричної добротності для зразків цієї системи

Список використаних джерел:

1. Yu. I. Ravich, b. A. Efimova, and I. A. Smirnov, in: Methods of semiconductor investigation in application to lead chalcogenides (Nauka, Moscow 1968).

2. O. V. Maksimenko and a. S. Mishchenko, J. phys.: condens. matter 9, 5561 (1997)

3. T. Chattopadhyay, H. G. Von Schnering, W. A. Grosshans, and W. A. Holzapfel, Physica BC 139–140, 356 (1986).

4. J. Maclean, P. D. Hatton, R. O. Piltz, J Crain, and R. J. Cernik, Phys. Res. 97, 354 (1995).

5. A. I. Belogorokhov, l. I. belogorokhova, D. R. Khokhlov, and S. V. Lemeshko, Semiconductors 36, 701 (2002).

6. T. D. Krauss, F. W. Wise, and D. B. Tanner, Phys. Rev. Lett. 76, 1376 (1996).

7. T. D. Krauss, F. W. Wise, Phys. Rev. Lett. 79, 5102 (1997).

8. Enhancement of thermoelectric efficiency in PbTe by distortion of the electronic density of states / [J. P. Heremans, V. Jovovic, E. S. Toberer та ін.]. // science. – 2008. – №321. – с. 554.

9. Zhou M. Preparation and evaluation of graphene-coated solid-phase microextraction fiber / M. Zhou, J. F. Li, T. Kita. // J. Am. Chem. Soc. – 2008. – №130. – с. 4527.

10. Ts.A. Kryskov, T.S. Luba, S.V. Optasuk, O.M. Tachkovsky, B.I. Tsykaniuk. Raman scattering spectra of doped PbTe (Bi, Sb). міжнародна науково-практична конференція молодих вчених і аспірантів ІЕФ-2015, ужгород, 18-25 травня 2015 року. с.179-180

11. Электронный спектр и рассеяние носителей тока в PbTe<Na+Te> / Л. В.Прокофьева, Д. А. Пшенай-Северин, П. П. Константинов, А. А. Шабалдин. // ФТП. – 2009. – т.43, №9. – с. 1195–1198.

12. Комбинационное рассеяние света в пленках PbTe и PbSnTe: фазовые трансформации in situ в процессе измерений / [В. А. Володин, М. П. Синюков, А. В. Щеглов та ін.]. // ФТП. – 2014. – том 8,вип. 2. – с. 185–189.

13. Temperature dependence of Raman-active optical phonons in Bi_2Se_3 and Sb_2Te_3 / [Y. Kim, X. Chen, Z. Wang та ін.]. // Applied Physics Letters. – 2012. – №100. – с. 071907.

14. Batzill M. Nanosensors: does crystal shape matter? / M. Batzill, U. Diebold. // Prog. surf. sci. – 2005. – vol. 79, №47. – с. 154.

15. Raman studies of semiconducting oxide nanobelts / [K. Mcguire, Z. W. pan, Z. L. Wang та ін.]. // J. Nanosci. Nanotechnol.. – 2002. – №5. – с. 499.

16. Correlation between Photooxidation and the Appearance of Raman Scattering Bands in Lead Chalcogenide Quantum Dots / [J. L. Blackburn, H. Chappell, J. M. Luther та ін.]. // 2011. – №2. – с. 599–603.

17. Дмитриев А. В. Современные тенденции развития термоэлектрических материалов / А. В. Дмитриев, И. П. Звягин. // УФН. – 2010. – t.180, №8. – с. 821–838.

18. Observation of phonon modes in epitaxial PbTe films grown by molecular beam epitaxy / [W. Huizhen, C. Chunfang, S. Jianxiao та ін.]. // Journal of Applied Physics. – 2007. – №101, 10355.

19. Structure of the optical phase change memory alloy, Ag–V–In–Sb–Te, determined by optical spectroscopy and electron diffraction / J.Tominaga, T. Kikukawa, M. Takahashi, R. T. Phillips. // Journal of Applied Physics. – 1997. – №82. – с. 3214–3218.

20. Raman Scattering for Lead Telluride–Based Thin Film Structures / [S. P. Zimin, E. V. Gorlachev, A. V. Baranov та ін.]. // Optics and Spectroscopy. – 2014. – vol. 117, №. 5 – с. 770–774.

21. Dynamics of Oxide Phases on the Surface of Single- and Polycrystalline $Pb_{1-x}Sn_x$te Films upon Their Investigation by the Raman Light Scattering Method / [s. P. Zimin, E. S. Gorlachev, N. V. Gladysheva та ін.]. // Optics and Spectroscopy. – 2013. – vol. 115, №5. – с. 679–684.

The paper presents the results of the study of the crystal lattice dynamics study for PbTe: Bi (Sb) and PbmAgsbTe20. Experiments were carried out on bulk crystals that were not subject to further processing and have a crystalline structure of the NaCl type.

***Key words**: light scattering, lead telluride, optical properties*

УДК 378.016:53(043.3)

Панчук О.П., кандидат педагогічних наук, доцент

ЗНАЧЕННЯ БЕЗПЕКОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПРИ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНЬОГО ФАХІВЦЯ

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

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

Проблема створення безпечних і нешкідливих умов праці була і залишається однією з головних, від її вирішення залежить не тільки успішна робота конкретного підприємства чи галузі, але і збереження здоров'я та підтримка працездатності працівників на протязі трудового життя [1].

Конституцією України та загальними принципами міжнародного права визначено, що людина, її життя і здоров'я, недоторканість і безпека визнаються найвищою соціальною цінністю, кожен має право на належні, безпечні та здорові умови праці. Тобто, держава зобов'язана забезпечити захист здоров'я та життя людей у процесі їх професійної підготовки та трудової діяльності.

Сучасне виробництво висуває високі вимоги до робочих кадрів і системи підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації в умовах ринкових відносин. В умовах науково-технічного прогресу одні професії відмирають, інші з'являються, треті модифікуються. Ущільнюється трудовий ритм, міняються технічні засоби. Усе це породжує необхідність нових форм підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації робочих кадрів.

Варто зазначити, що висока кваліфікація працівника – це запорука не лише належної якості його роботи, а і безпеки його професійної діяльності. Низька кваліфікація, недостатня обізнаність працівників із питаннями охорони праці та безпечними методами роботи стали причинами значної кількості нещасних випадків. Зменшення їх кількості можна досягти за рахунок удосконалення системи професійно-технічної та вищої освіти, завданням якої є формування у працівників професійних компетенцій щодо дотримання безпечних умов праці впродовж усієї трудової діяльності [5].

На якості професійного навчання персоналу підприємств, його результативності, мотивації працівників до участі у навчальних програмах негативно позначається відсутність системи безперервної професійної освіти працівників упродовж життя, адже навчання у професійно-технічних навчальних закладах і підвищення кваліфікації працівників, які мають значний життєвий і професійний досвід, здійснюється практично за одними навчальними планами та програмами і переважно за шкільною системою. Не позбавлене цього недоліку і навчання з охорони праці. Прийнятим законом визначені основні напрями діяльності роботодавців у сфері професійного розвитку працівників, серед яких вперше на законодавчому рівні закріплено зобов’язання роботодавця щодо забезпечення підвищення кваліфікації працівників безпосередньо у роботодавця або в навчальних закладах, як правило, не рідше, ніж один раз на п’ять років. Зазначена норма не погоджена з вимогами Закону України “Про охорону праці” № 229-IV від 21 листопада 2002 р., яким передбачено проведення навчання та перевірки знань не рідше 1 разу за 3 роки [2].

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

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

Розроблений у 2011 р. Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України комплекс типових навчальних програм із нормативних дисциплін "Безпека життєдіяльності", "Основи охорони праці", "Охорона праці в галузі" та "Цивільний захист" передбачав формування у майбутніх фахівців загальнокультурних і професійних компетенцій із безпечної життєдіяльності [3].

На превеликий жаль в Україні останніми роками, на противагу світовим традиціям, спостерігається зворотня тенденція. З подачі Кабінету міністрів України, наше Міністерство освіти і науки України ініціювало внесення змін до галузевих стандартів вищої освіти, відповідно до яких скасовується вивчення дисциплін безпека життєдіяльності, цивільний захист та охорона праці (як нормативних) у вищих навчальних закладах. А в загальноосвітніх навчальних закладах вивчення дисципліни ОБЖД скасовано ще декілька років тому. Практичним наслідком скасування зазначеного наказу і передача права вищим навчальним закладам самостійно встановлювати структуру і обсяги підготовки з дисциплін охорона праці, безпека життєдіяльності та цивільний захист призвело до того що більшість навчальних закладів в умовах дефіциту фінансування, скорочення викладацьких кадрів вирішило взагалі відмовитись від вивчення цих дисциплін або звести цей процес до формального рівня [5].

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

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

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

Список використаних джерел:

1. Безпека життєдіяльності (теоретичні основи): навчальний посібник / П.С. Атаманчук, В.В. Мендерецький, О.П. Панчук, О.Г. Чорна. – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 276 с.

2. Безпека життєдіяльності у надзвичайних ситуаціях (цивільний захист населення) / П.С. Атаманчук, В.В. Мендерецький, О.П. Панчук, Р.М. Білик. − Камянець-Подільський :ТОВ «Друк-сервіс», 2014. – 84 с.

3. Безпека життєдіяльності та цивільний захист і методика її навчання / П.С.Атаманчук, В.В. Мендерецький, У.І. Недільська, О.П. Панчук, О.Г. Чорна. − Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друк-Сервіс», 2013. – 244 с.

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

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

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

Key words: vocational education, competence, life safety, occupational safety, life safety, civil defense, professional competence

УДК 535.015

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

МОДЕЛЮВАННЯ НЕІМПЕРИЧНИМИ МЕТОДАМИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СПЕКТРІВ ПІРЕНУ (PYRENE)

У статті наведені нормальні моди коливань та вигляд оптичного спектру інфрачервоного діапазону (IR)412 мономірної молекули пірену, що обчислений за допомогою аналітичної комп’ютерної програми Gaussian.

Ключові слова*: Gaussian, пірен, інфрачервоне поглинання.*

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

Пірен хімічна сполука з формулою $C_{16}H_{10}$, поліциклічний ароматичний вуглеводень. Біла кристалічна речовина. При тривалому зберіганні набуває жовтого кольору за рахунок утворення продуктів окиснення.

Вперше пірен був отриманий із кам'яного вугілля, в якому його вміст може сягати 2%. Також пірен може утворюватися в результаті різноманітних процесів горіння. Пірен здатен окислюватись під дією сполук хрому (VI). Також він відносно легко вступає в реакцію гідрування, електрофільного заміщення, а також у реакцію Дільса Альдера.

Унікальною особливістю пірену є його надзвичайно великий час флюоресценції більше 400 наносекунд (звичайний час життя флюоресценції органічних молекул дорівнює одиницям або десяткам наносекунд чи взагалі лежить у пікосекундному діапазоні). Завдяки цьому пірен став надзвичайно популярним об'єктом для дослідження фотофізичних процесів.

У даній роботі аналітичними методами з допомогою програми Gaussian були обраховані нормальні моди коливань та вигляд оптичних спектрів інфрачервоного діапазону (IR). Розрахунок проводився в два етапи – оптимізація енергетичних станів та розрахунок коливальних мод методом Хартри-Фока (Hartree-Fock) [1-4]. Програма Gaussian дає можливість спостерігати результати обчислень в динаміці за допомогою анімації, що неможливо побачити в друкованому виданні. Тому, нище наведені схеми у тривимірній проекції, на яких напрямок коливаль позначено векторами. У звязку із складністю структури і великою кількістю модів коливання наведено лише найбільш виражені з них в таблиці та відповідні моди коливань на рисунках 1-69.

Значення енергій коливань молекули Пірен (pyrene).

Moda	**Freq**	**IR (infrared)**	**Moda**	**Freq**	**IR (infrared)**
1	82.57	0.7386	36	1051.41	1.4740
2	132.31	0.1097	37	1122.09	0.1051
3	1156.58	362.5	38	1147.74	2.9175
4	210.48	421.52	39	1163.23	5.9226
5	237.15	0.2951	40	1174.27	6.1787
6	343.83	00.877	41	1193.60	1.1943
7	350.08	0.4160	42	1204.82	1.1943
8	385.45	0.1594	43	1238.35	2.0717
9	430.18	0.1395	44	1248.69	4.5388

10	3327.49	00.533	45	1261.52	19.4535
11	461.28	0.2240	46	1294.52	19.4535
12	498.88	0.0540	47	1332.90	1.0857
13	502.02	0.1505	48	1351.80	1.6517
14	514.27	0.1505	49	1379.48	0.4987
15	526.85	1.3049	50	14.2715	4.1961
16	538.95	1.4490	51	1464.81	13.0923
17	626.31	1.4384	51	1469.58	21.5358
18	653.56	1.3560	53	1491.95	4.34.51
19	684.26	29.5152	54	1539.85	0.8748
20	693.27	0.1366	55	1584.97	0.8299
21	708.83	0.4787	56	1603.12	5.6496
22	769.29	0.2514	57	1629.35	14.12.04
23	795.89	1.6819	58	1644.98	5.1432
24	799	0.1439	59	1698.55	2.8099
25	799.68	0.1439	60	1820.64	18.7340
26	834.32	1.4149	61	2745.21	40.6124
27	866.82	51.1349	62	2746.67	11.7462
28	894.86	134.8716	63	2747.87	2.32.30
29	927.10	6.0917	64	2752.42	85.7745
30	935.22	0.0152	65	2755.71	0.9760
31	966.57	0.1202	66	2757.71	265.7232
32	976.29	10.1171	67	2761.43	556.7925
33	987.41	3.2919	68	2765.50	95.4854
34	10.1776	1.7878	69	2772.50	187.1675
35	1042.46	0.1151			

У наведених тривимірних проекціях напрямок коливань позначено векторами.

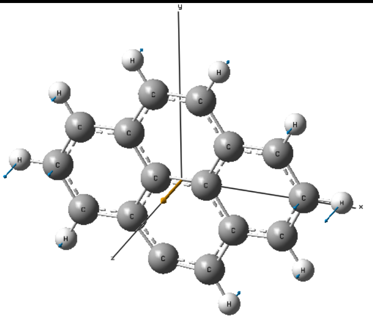


Рис.1 Нормальна мода коливань № 1

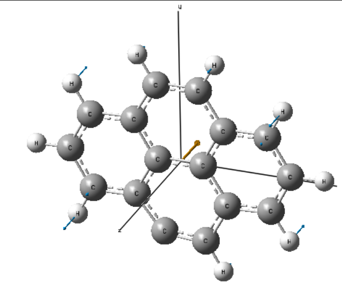


Рис.2 Нормальна мода коливань № 2

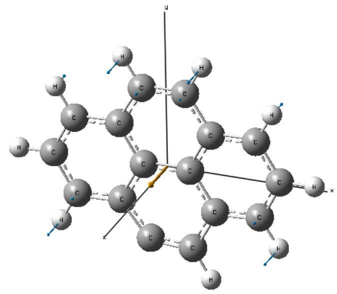


Рис.3 Нормальна мода коливань № 3

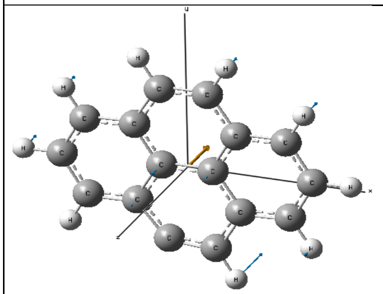


Рис.4 Нормальна мода коливань № 4

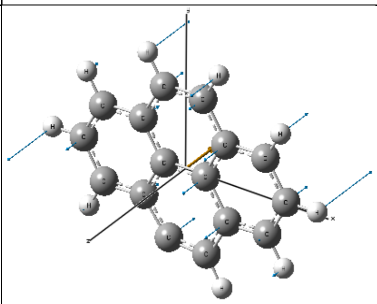


Рис.5 Нормальна мода коливань № 5

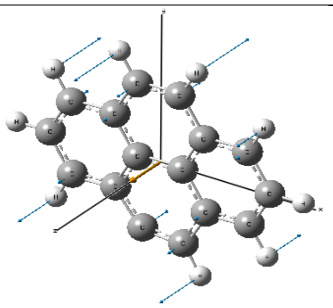


Рис.6 Нормальна мода коливань № 6

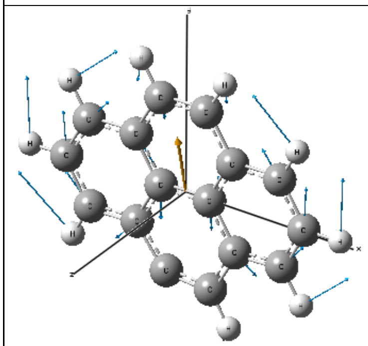


Рис.7 Нормальна мода коливань № 7

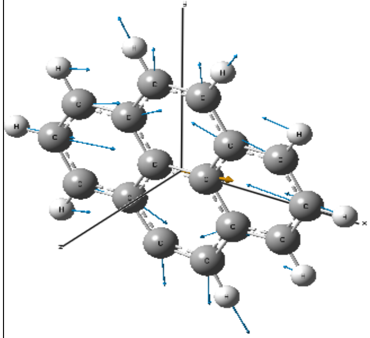


Рис.7 Нормальна мода коливань № 8

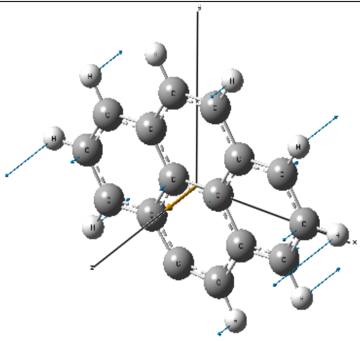


Рис.8 Нормальна мода коливань № 9

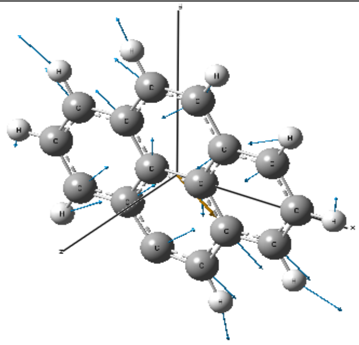


Рис.10 Нормальна мода коливань № 10

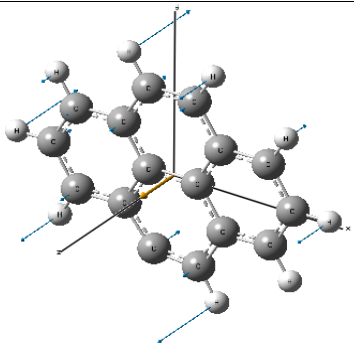


Рис.11 Нормальна мода коливань № 11

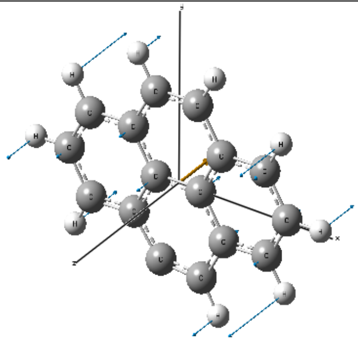


Рис.12 Нормальна мода коливань № 12

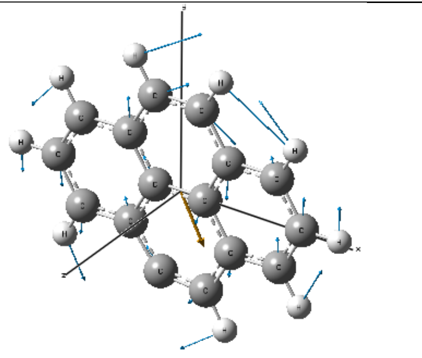


Рис.13 Нормальна мода коливань № 13

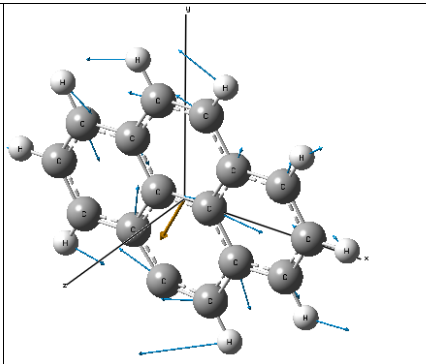


Рис.14 Нормальна мода коливань № 14

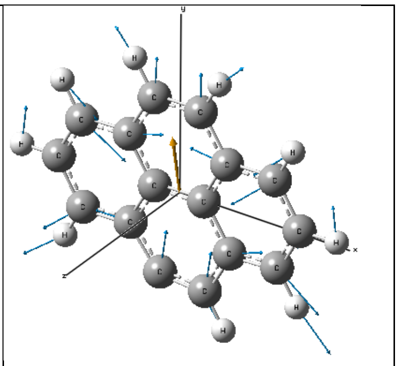


Рис.15 Нормальна мода коливань № 15

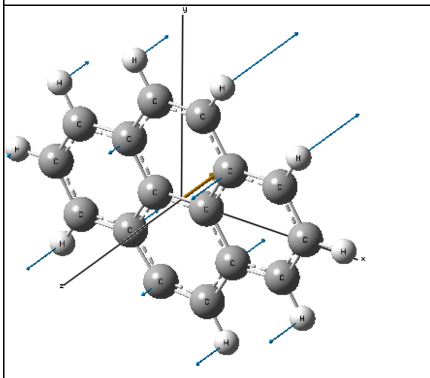


Рис.16 Нормальна мода коливань № 16

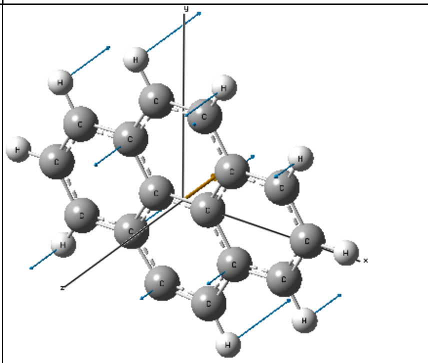


Рис.17 Нормальна мода коливань № 17

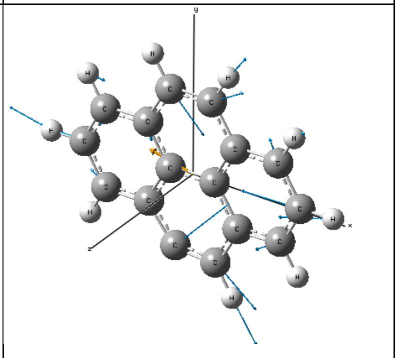


Рис.18 Нормальна мода коливань № 18

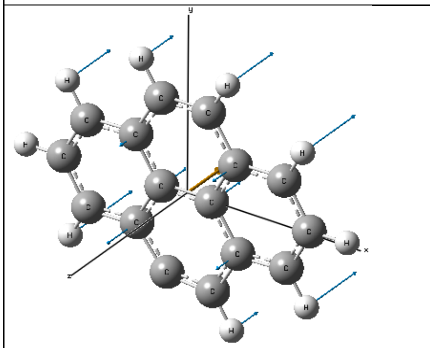


Рис.19 Нормальна мода коливань № 19

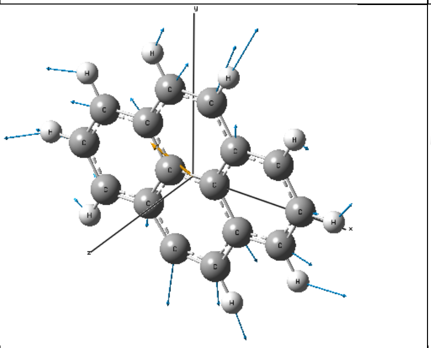


Рис.20 Нормальна мода коливань № 20

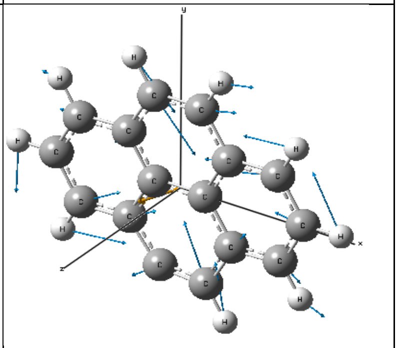


Рис.21 Нормальна мода коливань № 21

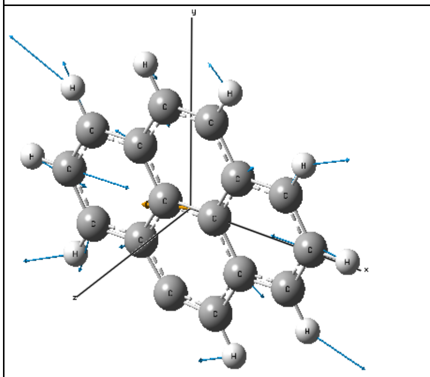


Рис.22 Нормальна мода коливань № 22

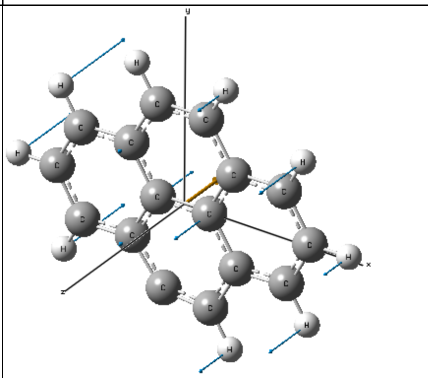


Рис.23 Нормальна мода коливань № 23

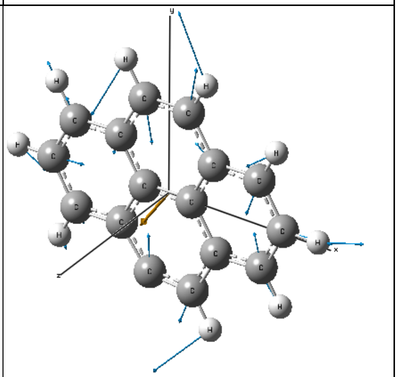


Рис.24 Нормальна мода коливань № 24

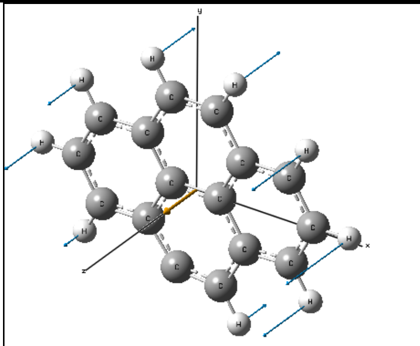


Рис.25 Нормальна мода коливань № 25

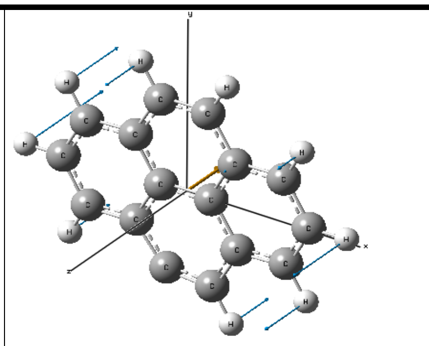


Рис.26 Нормальна мода коливань № 26

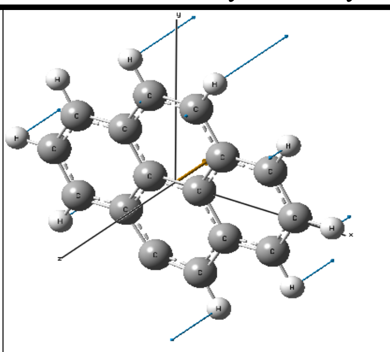


Рис.27 Нормальна мода коливань № 27

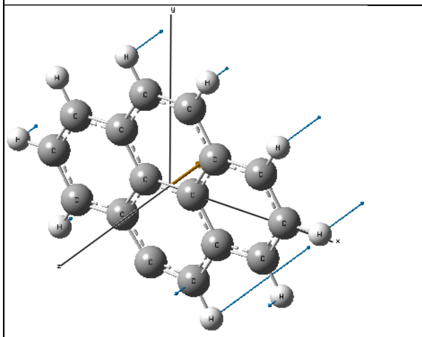


Рис.28 Нормальна мода коливань № 28

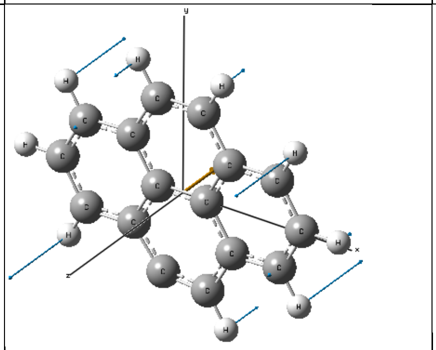


Рис.29 Нормальна мода коливань № 29

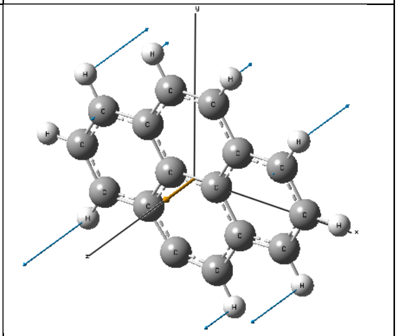


Рис.30 Нормальна мода коливань № 30

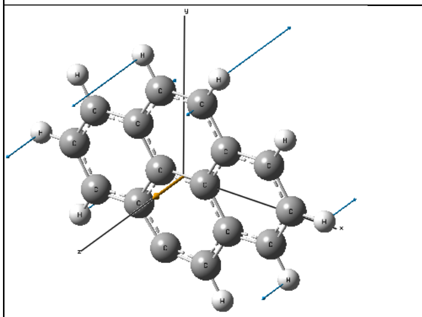


Рис.31 Нормальна мода коливань № 31

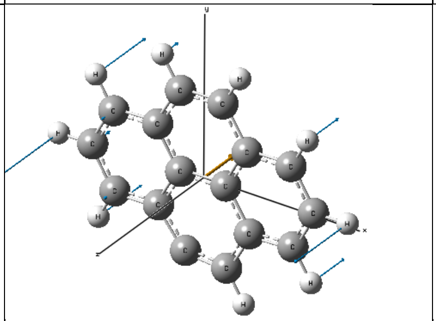


Рис.32 Нормальна мода коливань № 32

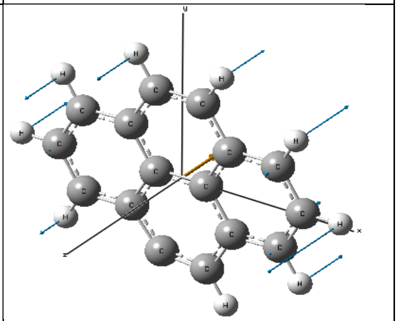


Рис.33 Нормальна мода коливань № 33

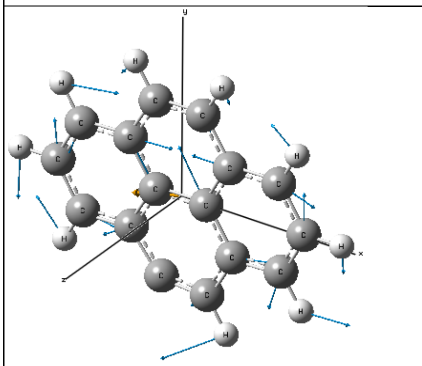


Рис.34 Нормальна мода коливань № 34

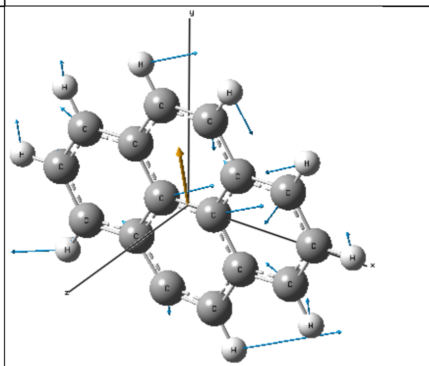


Рис.35 Нормальна мода коливань № 35

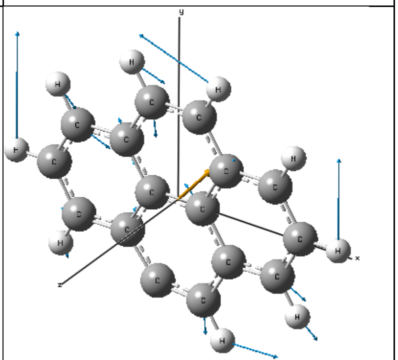


Рис.36 Нормальна мода коливань № 36

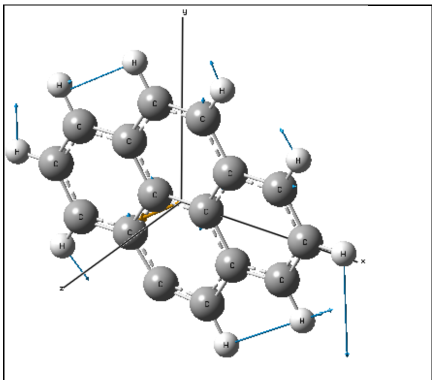


Рис.37 Нормальна мода коливань № 37

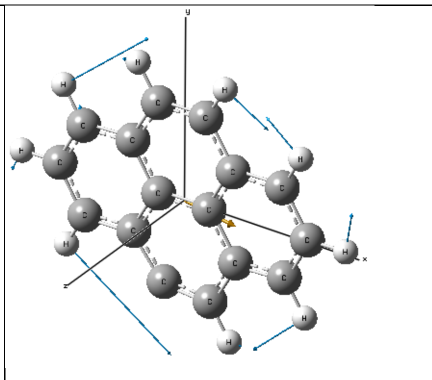


Рис.38 Нормальна мода коливань № 38

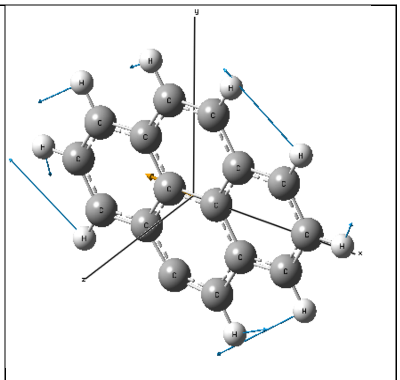


Рис.39 Нормальна мода коливань № 39

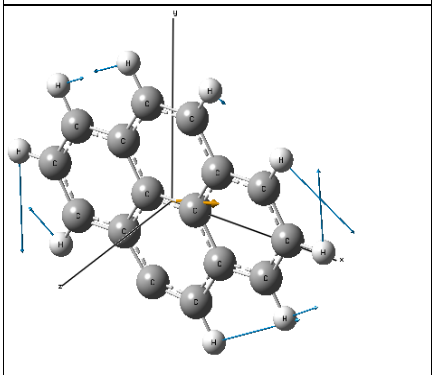


Рис.40 Нормальна мода коливань № 40

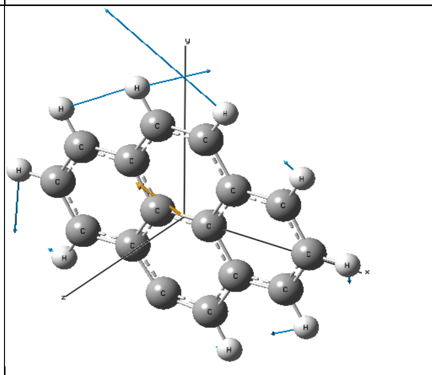


Рис.41 Нормальна мода коливань № 41

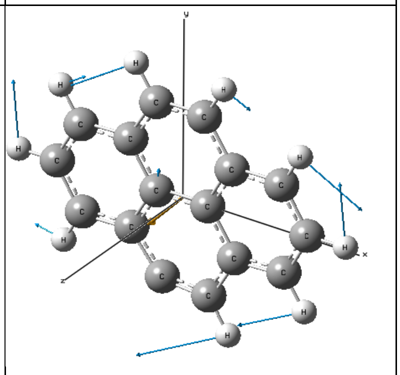


Рис.42 Нормальна мода коливань № 42

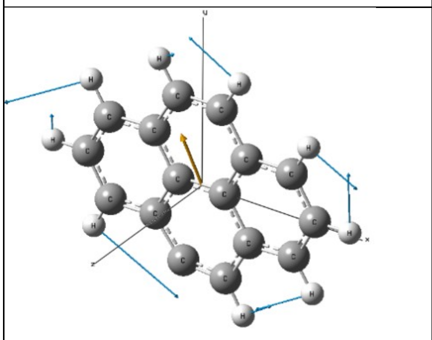


Рис.43 Нормальна мода коливань № 43

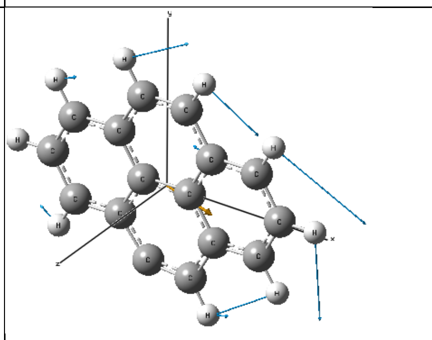


Рис.44 Нормальна мода коливань № 44

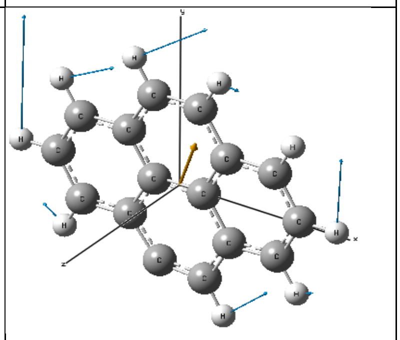


Рис.45 Нормальна мода коливань № 45

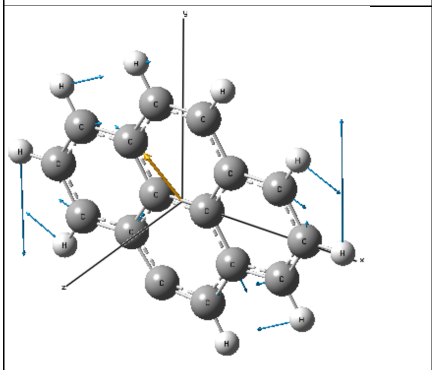


Рис.46 Нормальна мода коливань № 46

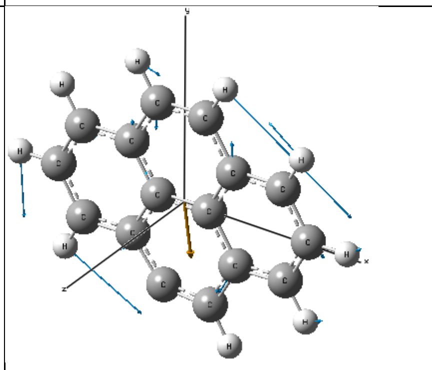


Рис.47 Нормальна мода коливань № 47

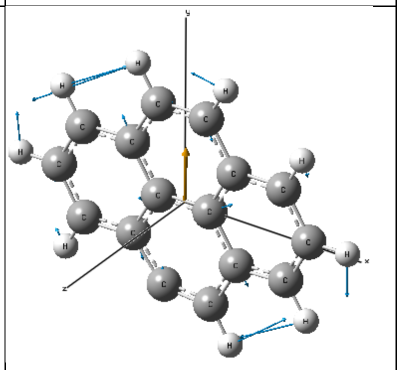
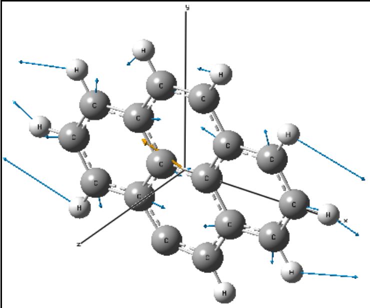
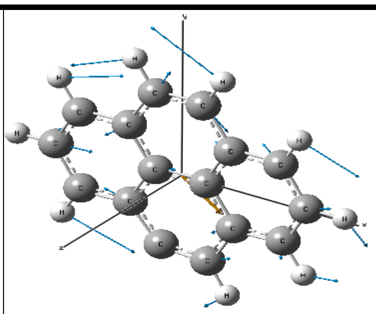
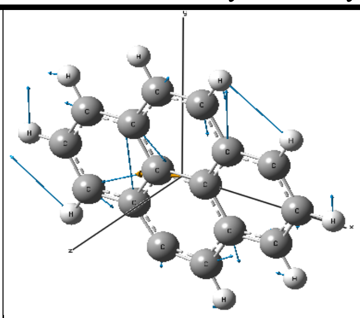
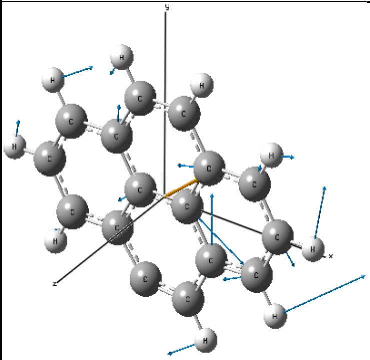
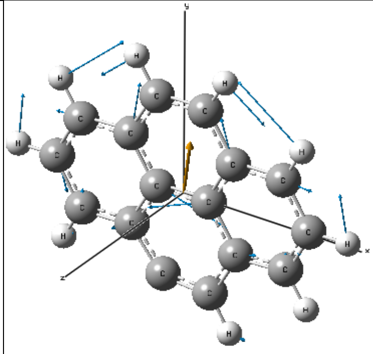
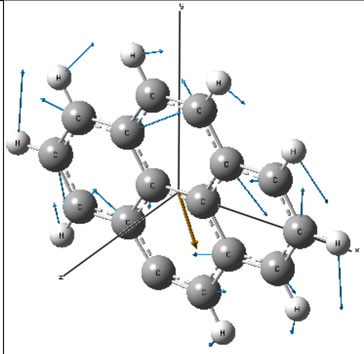
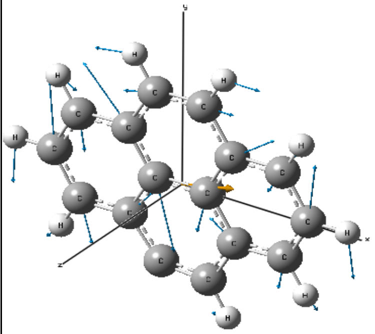
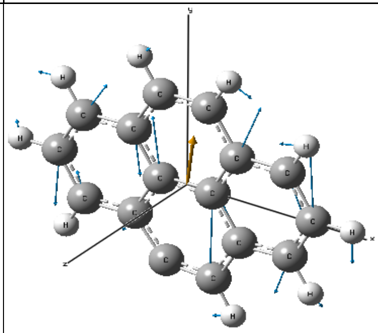
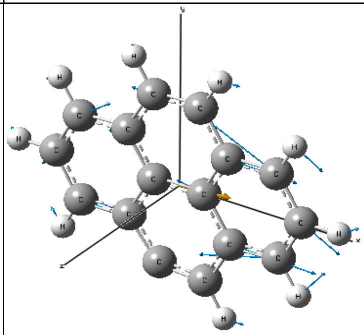
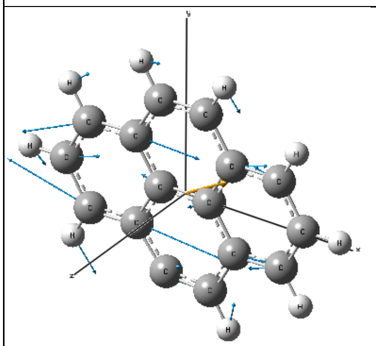
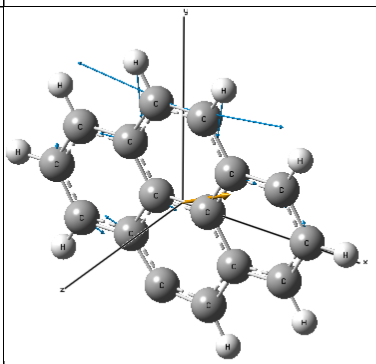
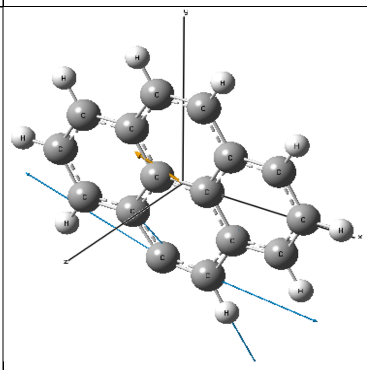
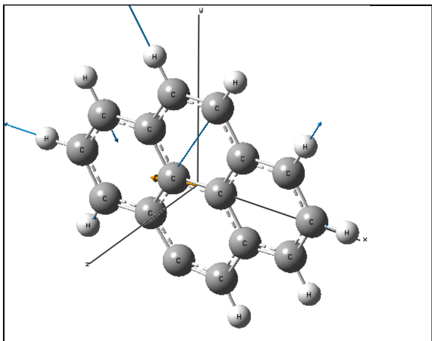
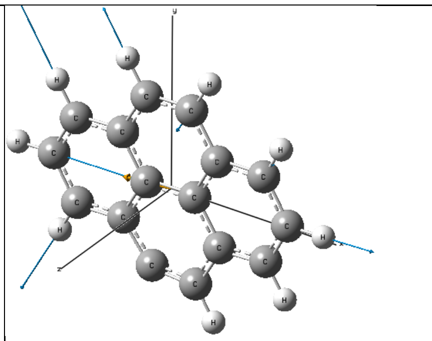
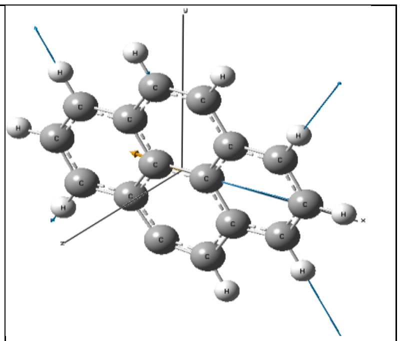
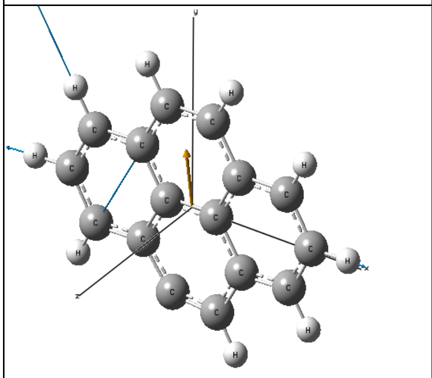
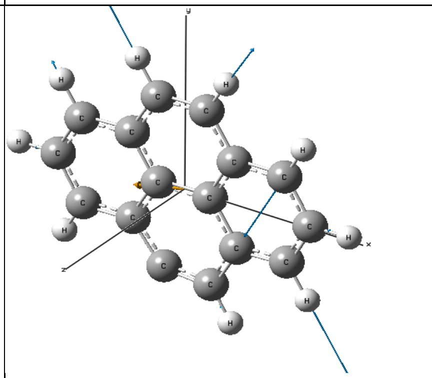
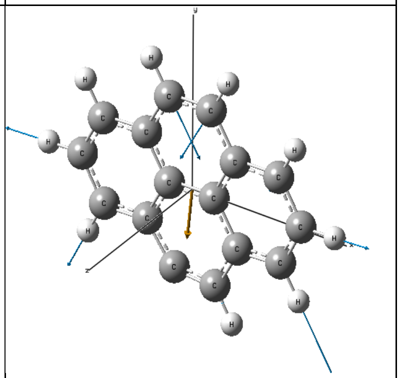
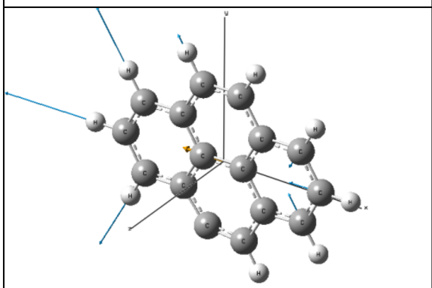
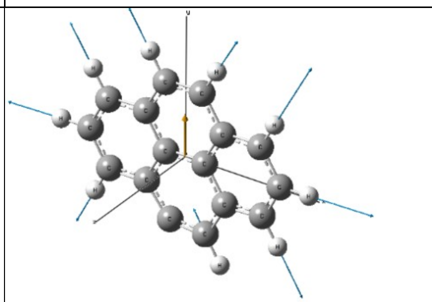
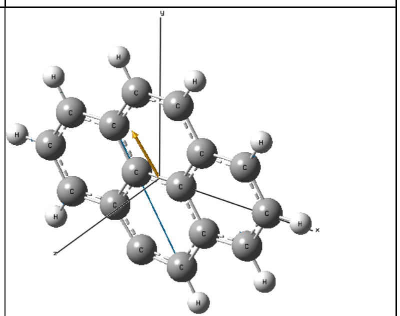


Рис.48 Нормальна мода коливань № 48

 *Рис.49 Нормальна мода коливань № 49*	 *Рис.50 Нормальна мода коливань № 50*	 *Рис.51 Нормальна мода коливань № 51*
 *Рис.52 Нормальна мода коливань № 52*	 *Рис.53 Нормальна мода коливань № 53*	 *Рис.54 Нормальна мода коливань № 54*
 *Рис.55 Нормальна мода коливань № 55*	 *Рис.56 Нормальна мода коливань № 56*	 *Рис.57 Нормальна мода коливань № 57*
 *Рис.58 Нормальна мода коливань № 58*	 *Рис.59 Нормальна мода коливань № 59*	 *Рис.60 Нормальна мода коливань № 60*

 *Рис.61 Нормальна мода коливань № 61*	 *Рис.62 Нормальна мода коливань № 62*	 *Рис.63 Нормальна мода коливань № 63*
 *Рис.64 Нормальна мода коливань № 64*	 *Рис.65 Нормальна мода коливань № 65*	 *Рис.66 Нормальна мода коливань № 66*
 *Рис.67 Нормальна мода коливань № 67*	 *Рис.68 Нормальна мода коливань № 68*	 *Рис.69 Нормальна мода коливань № 69*

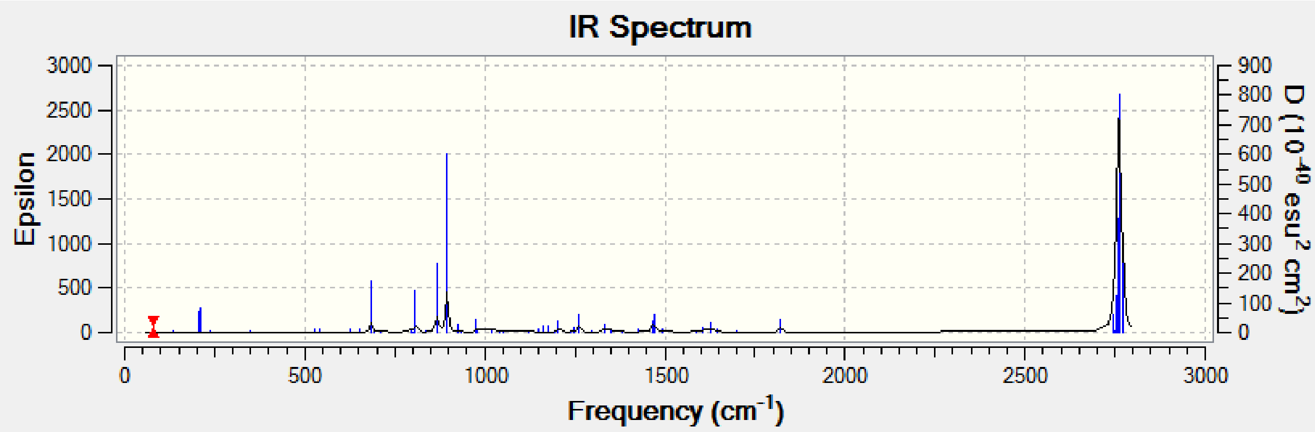


Рис.70 Вигляд обчисленого спектру інфрачервоного поглинання.

Список використаних джерел:

1. Кларк Т. Компьютерная химия / Т. Кларк. – М.: Мир, 1990. – 250 с.
2. Кобзев Г.И. Применение неэмпирических и полуэмпирических методов в квантово-химических расчетах. – Оренбург. 2004. – 186 с.
3. Мокрушин В.С. Квантово-химические расчеты органических молекул. Екатеринбург. – М. 2005.– 346 с.
4. Щембелов Г.А., Устынюк D.А., Мамаев В.Н. и др. Квантово-химические методы расчета молекул. – М.: Химия, 1980.
5. Поведа Р.А. Моделювання неімперичними методами енергетичних спектрів поліпропілену. Наукові праці Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка : зб. за підсумками роботи викладачів, докторантів і аспірантів : фізико-математ. ф-тет. – Кам'янець-Подільський : К-ПНУ імені Івана Огієнка, 2017.– с. 69-71.
6. Поведа Р.А. Застосування емпіричних та синтетичних способів досліджень молекулярних спектрів. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2014. – вип. 20: Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю. – с. 180-184.

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

***Key words**: Gaussian, Pyrene, Infrared Absorption.*

УДК 371.32

Поведа Т.П., кандидат. педагогічних наук, доцент

ЛОГІКА ПРОБЛЕМНО-ІНТЕГРАТИВНОГО УРОКУ З ФІЗИКИ В СУЧАСНІЙ ШКОЛІ

У статті приділена увага важливості використання проблемного підходу на уроках фізики в сучасній школі. Його цінність полягає в тому, що самі знання учні отримують ніби то як побічний продукт, тоді як головна увага надається саме розв ’язанню проблеми, тобто шляху одержання цих знань, методу їх здобування. У проблемному навчанні нові знання учень отримує не в готовій формі, а в результаті своєї розумової праці, вони є його власним відкриттям, продуктом його розумової діяльності. Щоб проблемна ситуація відповідала своїй суті, вона повинна вдовільняти певним вимогам. *У статті наведено приклад структури уроку з фізики у формі проблемного семінару.*

Ключові слова: *проблемний урок, проблемна ситуація, фізика, учень.*

Готуючи майбутнього вчителя фізики в університеті, необхідно дбати про те, щоб він зумів зацікавити своїх учнів фізикою. Сучасний учень сприймає лише ту інформацію, яка викликає інтерес та є актуальною для нього. Лише така постановка проблеми на уроці фізики, яка спонукає учня до пошуку відповіді, стає для нього особистісно значущою у результаті призводить до якісного засвоєння знань. Уроки фізики з використанням проблемних ситуацій є тими уроками, які подобаються учням найбільше, викликають інтерес та бажання вчитися.

Особливий внесок у розробку теорії проблемного навчання внесли Л.А. Закота, І.А. Ільницька, І.Я. Лернер, М.І. Махмутов, А.М. Матюшкин. Окремі аспекти впровадження проблемних ситуацій у процес навчання фізики знаходимо у працях І.В. Коробової, В.Д. Шарко. Досвід багатьох вчителів фізики, які використовують технологію проблемного підходу підтверджує, що вона є однією з найефективніших, оскільки нові знання учень отримує не в готовій формі, а в результаті своєї розумової праці, вони є його власним відкриттям, продуктом його розумової діяльності і тому є міцними.

Проблемно-інтегративний урок з фізики повинен бути побудований таким чином, щоб всі його навчальні проблеми були об’єднані в єдину причиннонаслідкову систему пізнавальних завдань. Тому композиційна будова такого уроку може мати наступні елементи:

–експозиція – передумова до створення проблемної ситуації на уроці;

–зав'язка – процес створення проблемної ситуації і постановки конкретної навчальної проблеми;

–аксіологічний елемент – оцінювання протиріччя, суті навчальної проблеми, мотивація діяльності учнів;

–основна дія – процес пошуку розв'язку поставленої навчальної проблеми;

–розв'язка – знаходження розв'язку та його перевірка;

–рефлексія та оцінювання результатів діяльності.

Проблемна ситуація – це спровокований, тобто створений вчителем, стан інтелектуального утруднення учня, коли він відкриває для себе, що для його розв'язання у нього не вистачає предметних знань, але виникає бажання їх отримати. Сформулюємо вимоги до проблемних ситуацій:

–проблемна ситуація повинна бути такою, щоб вже її первинний аналіз викликав у школярів одночасно відчуття утруднення та відчуття майбутнього успіху, щоб виникало не тільки протиріччя, а й можливість його розв'язання; при цьому необхідно дотримуватись принципу доступності;

–проблемна ситуація повинна містити елемент нового, цікавого для учнів, що спонукатиме їх до активної пізнавальної діяльності. інтерес до розв'язання проблемних ситуацій виникає за умови їх різноманітності за змістом і формою постановки та вирішення.

під час будь-якого з видів навчальної роботи використовують певні способи створення проблемних ситуацій, а саме: ситуація несподіваності; ситуація припущення; ситуація конфлікту(або невідповідності); ситуація заперечення; ситуація невизначеності.

Як правило, вчителі пропонують учням завдання, в яких помилки виключаються. Внаслідок цього у школярів формується абсолютна довіра до повідомлень, вказівок, завдань, що дає учитель. Щоб цього уникнути, необхідно розвивати в учнів здатність до аналізу, вмінню знаходити помилки та обґрунтовувати їх. Прививати ці навички треба поступово: спочатку навчити визначати повідомлення, в якому є помилка, потім підбирати аргументи, що спростовують помилки, розгорнуто та послідовно будувати спростування. Вчитель може використовувати різні засоби для пошуку помилок, наприклад, взаємоперевірку, рецензування, диспут тощо.

Для підвищення ефективності проблемного навчання необхідно виконувати такі умови:

1. учні на одному уроці повинні розв’язувати різного роду проблеми;
2. перед розв’язанням проблемних завдань необхідно мотивувати корисність їх виконання;
3. систематичність в організації проблемного навчання на уроках;
4. хоча б одна проблема повинна бути розв’язана письмово, тобто в її розв’язання беруть участь всі учні класу;
5. засвоєння всіма учнями програмного матеріалу;
6. урахування індивідуальних особливостей учнів у процесі виконання проблемних завдань;
7. необхідно поступово ускладнювати проблемні завдання, постійно вносити в них нову інформацію, невідому учням і пізнавальну для них.

Будь-яка система питань регулює діяльність учнів, спрямовує їх в необхідне русло. На жаль, частіше за все питання вчителя підказують лише область пошуку розв’язання проблеми. Рефлексія, що проводиться на проблемних уроках, свідчить, що майже всі учні приймають такі уроки, більше того – відчувають позитивні емоції, а це означає, що проблемні уроки мають здоров’язбережувальний характер.

Організація уроку в формі проблемного семінару може мати таку структуру (10-11 клас):

1.Постановка і осмислення проблеми. Учитель пропонує питання, що розглядається, уточнюючи представлення про нього. Потім описує або намічає те, що треба отримати, – тим самим формуючи уявлення про те, що повинно бути. Протягом кількох хвилин учні уточнюють своє бачення проблеми, більш детально, хоч і не в кінцевому вигляді та уявляють результати, які планується отримати. Проблему можна вважати осмисленою, коли вона сформульована у вигляді задачі.

2. Генерування варіантів розв’язку проблеми. На цьому етапі можна перейти до типової процедури «мозкового штурму»: у вигляді ідей учні пропонують можливі варіанти розв’язків проблеми. Автор кожної ідеї може дати короткий коментар з її суті, але від аргументів та доведень повинен утриматись. Вчитель повідомляє, що для захисту пропозицій буде виділений спеціальний час. Всі пропозиції обов’язково фіксуються вчителем або спеціально призначеним учнем на папері чи екрані. Ніякого обговорення пропозицій на цьому етапі не передбачається, а тому немає й критичних висловлювань – приймаються всі ідеї.

3. Пошук аргументів на підтримку запропонованих розв'язків. На цьому етапі клас поділяється на групи за кількістю зафіксованих пропозицій. Основа для формування груп може бути будь-якою, наприклад, за бажанням учнів. Поки учні займають свої місця згідно поділу на групи, вчитель готує і розкладає на столі надписами вниз картки з номерами пропозицій. Представник кожної групи підходить і витягає картку з номером пропозиції. З цією пропозицією (ідеєю) група буде працювати в наступні 8-10 хвилин. Завдання команд полягає в тому, щоб знайти якомога більше аргументів на користь отриманих варіантів розв'язку проблеми, навіть якщо самі варіанти їм не дуже подобаються. Крім суто навчальної мети на цьому етапі у вчителя є й інша: формування і розвиток позитивного мислення. Вміння людини в усьому знаходити щось хороше й корисне важливе й для суспільства, і для психологічної стабільності самої людини. Особливо це важливо для учня-підлітка, якого мало хто сьогодні свідомо та цілеспрямовано вчить позитивно розв'язувати конфлікти та проблемні ситуації.

4. Відбір найбільш аргументованих варіантів розв'язків. Представник кожної команди отримує одну-дві хвилини для викладу аргументів, які напрацювала група. Після того, як будуть прослухані всі повідомлення, починається обговорення. Мета його – відібрати приблизно половину від усіх варіантів для подальшої роботи. Очевидно, що це повинні бути найбільш аргументовані, продумані пропозиції. Тривалість будь-якого виступу жорстко регламентована, і вчитель слідкує, щоб регламент не порушувався. Учні повинні вчитись говорити коротко, чітко, переконливо й по суті.

5. Критика відібраних розв'язкі. З карток з номерами ідей вилучаються ті, що не пройшли попередній етап. Клас знову поділяється на групи за кількістю варіантів, що залишились. Завдання груп на цьому етапі – гостра критика варіантів, що залишились, але з доведенням своєї правоти. Чим більше недоліків, недоречностей, нез'ясованих деталей знайде група у варіанті розв'язання проблеми, тим краще вдасться знайти розв'язки на наступних етапах. Важливою метою цього етапу є формування і розвиток критичного мислення. Критичне мислення відрізняється від голослівного критикантства раціональністю, можливістю довести свою думку, спокійною увагою до аргументів протилежної сторони, визнання інших точок зору, що також мають право на існування.

6. Продумування та обговорення способів реалізації відібраних розв'язків. З набору ідей залишаються найбільш аргументовані, стійкі до критики варіанти. Таким чином, тепер залишились пропозиції, за допомогою яких можна реально розв'язати проблему. Команди за 10 хвилин, повинні розробити конкретні способи реалізації тих пропозицій, які залишились. Учням слід звикати до того, що світ багатогранний, істин є багато, і можливі результати, яких досягають різними шляхами. Вчитель буде правий, якщо потурбується за те, щоб у кінці обговорення класом були прийняті після спільного доопрацювання два чи три варіанти розв’язання проблеми.

9. Підведення підсумків. За умови хорошої організації проблемний семінар займає від двох до чотирьох академічних годин в залежності від складності проблеми, яка розглядається. При цьому, як правило, тривалими є міжпредметні семінари – дуже корисні навчальні заняття, які готуються об’єднаними зусиллями двох і більше вчителів і проводяться за рахунок об’єднання часу їх уроків.

Безумовно, підготовка та проведення такого проблемного семінару потребують багато додаткової роботи і вчителя, і учнів, але результат такого уроку набагато більший, ніж від звичайного на якому вчитель дає «готову» інформацію, яку, як правило, учні «беруть до відома».

Зрозуміло, що найбільш ефективними такі уроки будуть в старших класах, де учні вже вміють висловлювати свої думки, швидко переформовуватись у групи, вміють робити висновки та аналізувати результати обговорення тощо. Таких уроків не може бути багато, але педагогічний ефект від їх проведення дає їм право на існування.

Наводимо також приклад **експериментально-демонстраційних якісних задач, які можна використати для створення проблемних ситуацій (7-й клас):**

1. Чому закопчена кулька у повітрі виглядає чорною, а у воді – сріблястою?

Вода не змочує сажу, тому навколо кульки залишається тонкий шар повітря; промені світла повністю відбиваються від межі розділу вода-повітря.

2. Занурюємо чорну пластинку у воду, і на ній з’являється срібляссте зображення квітки. Чому? *На чорну пластинку заздалегідь нанесено сажею зображення квітки. Далі – відповідь до задачі 2.*

3. Якщо предмет помістити між двома плоскими дзеркалами, що розташовані під прямим кутом, то можна побачити три зображення предмета. Як вони утворюються? *Третє зображення утворюється променями, що відбиваються від обох дзеркал.*

4. На горизонтальне плоске дзеркало ставимо фігуру коня (шахи), освітлюємо її та дзеркало пучком світла під певним кутом. При цьому на екрані маємо дві тіні коня – пряму та обернену. Чому?

Пряма тінь утворюється на шляху променів, що вже відбились від дзеркала, а обернена – від тих, що потрапили на дзеркало після «проходження» фігури.

5. Чому скло, яке розтовкли, стає непрозорим? *Поверхні частинок скла дуже нерівні, тому промені відбиваються дифузно – в усі боки.*

Задачі для індивідуальної роботи учнів (картки):

1. Чому вдень не видно зірок? *Вдень сонячне світло, що розсіяне атмосферою, значно яскравіше за світло зірок.*

2. Що більше – хмара чи її тінь? *Сонячні промені, що падають на Землю, практично паралельні, тому розміри тіні дорівнюють розмірам хмари.*

3. Чому мариновані фрукти та овочі у банці виглядають більші, ніж насправді? *Через заломлення світла: опукла поверхня банки, що наповнена рідиною, заломлює промені подібно до лінзи.*

4. Чому, сидячи біля вогнища, ми бачимо предмети з іншого його боку

такими, що коливаються? *Границя розділу теплого та холодного повітря, на якій відбувається заломлення світла, постійно змінюється, тому зображення предметів з іншого боку вогнища коливаються.*

5. Чи можна за допомогою льоду розвести вогонь? *Так, якщо зробити з нього лінзу.*

Головним під час вирішення якісних задач є не отримання відповідей, а розвиток умінь учнів здійснювати сам процес пошуку відповідей, використовуючи теоретичні знання, що вони мають; вміння аналізувати поставлену проблему, обговорювати питання, знаходити відповіді та робити висновки.

Підводячи підсумки, можемо стверджувати, що успіх у роботі проблемної технології в значній мірі залежить від характеру взаємин вчителя та учнів. Позитивний результат буде тільки в тому випадку, якщо ці відносини будуть носити характер взаємного розуміння і поваги. Вчитель у своїй дяльності повинен враховувати суперечливий характер процесу пізнання, який виражається в протиріччі між індивідуальним досвідом учнів і знаннями, що здобуваються. Це протиріччя створює хороші передумови для створення проблемних ситуацій, як педагогічної умови розвитку пізнавальної активності. Мистецтво вчителя полягає в тому, щоб пізнавальний інтерес став для учнів особисто значущим і стійким.

Список використаних джерел:

1. Закота Л.А. Проблемне навчання фізики: Посібник для вчителів / Л.А.Заката, О.І. Ляшенко. – К.: Рад. школа, 1985. – 96с.

2. Коробова, І.В. «Уміння запитувати» як показник методичної компетентності майбутнього учителя фізики / І.В.Коробова // Збірник наукових праць Бердянського держ. пед. ун-ту: Серія: Педагогічні науки. – Бердянськ: БДПУ, 2011. – Вип. 3. – с.129-135.Лозова В.І. Цілісний підхід до формування пізнавальної активності школярів. – Х. «ОВС», 2000. – 342 с.

3. Поведа Т.П. Підготовка майбутнього вчителя до застосування технології проблемного навчання на уроках фізики / Т.П. Поведа // Вісник Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки. – Випуск 10. – Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2017. – С. – 85-90.

4. Шарко В. Д. Сучасний урок: технологічний аспект/ Посібник для вчителів та студентів. – К., 2006. – 220 с.

The article focuses on the use of a problem approach in physics classes in a modern school. In problematic training, the student receives new knowledge not in the finished form, but as a result of his mental work. The problem situation needs to be met by certain requirements. The article gives an example of the structure of the lesson in the form of a problem workshop.

Key words: *problem technology, problem situation, physics, student.*

УДК 373.5.16:53

Пшембаєв І. М., студент

Атаманчук П.С., доктор педагоічних наук, професор

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ ЯК РЕСУРСУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У статті досліджується впровадження навчального електронного курсу як ресурсу інформаційно-комунікаційних технологій та додаткового засобу проведення навчального процесу. Запропоновано використання електронного навчального курсу та комп’ютерного обладнання для використання у навчальному процесі.

Ключові слова*: інформаційно-комунікаційні технології, електронний навчальний курс, комп’ютерні технології.*

Питання щодо підвищення якості середньої освіти отримали нові можливості вирішення з розвитком інформаційно-комунікаційних комп'ютерних технологій і електронної освіти, зі створенням і розвитком впровадження в навчальну практику електронних навчальних курсів.

Створення електронних навчальних курсів відкриває принципово нові перспективи і можливості покращення процесів виховання, навчання та розвитку учнів.

Під електронними навчальними курсами розуміють навчальний ресурс електронного типу, відповідної навчальної дисципліни, що включає всі необхідні навчальні, допоміжні та контролюючі матеріали, а також методичні інструкції для організації роботи з курсом, що використовує комп'ютерні технології і засоби Internet. Основна мета даних курсів — підвищення ефективності навчальної діяльності учнів за рахунок використання дидактичних засобів ІКТ і поліпшення якості підготовки за допомогою організації системи управління навчанням та самоосвіти учнів.

Електронні навчальні курси стають дійсно навчальним, якщо при роботі з ними організовується не тільки учбова, а й навчальна діяльність учня. Безпосередньо навчальна діяльність спрямована на освоєння певного навчального матеріалу і в разі отримання якісного результату (тобто відповідності рівня підготовки учня вимогам навчальної програми) залишається навчальною. Якщо рівень підготовки учня не відповідає вимогам, що виявляється в процесі порівняння навчального продукту учня (результати тестових перевірок, контрольних та самостійних робіт тощо) з еталоном (вимогами до підготовки), то організовується повторна робота з навчальними матеріалами, стимулюється діяльність учня щодо підвищення якості освоєння навчальної дисципліни, виправлення неточностей, помилок, допущених при освоєнні навчального матеріалу [2]. Така діяльність стає навчальною.

Електронний навчальний курс повинен містити:

- анотацію навчального курсу, навчальний план та програму дисципліни, що дозволяє робити навчання прозорим, тобто учень може заздалегідь побачити навчальний обсяг і передбачуваний кінцевий результат навчання;

- навчальну інформацію у формі лекцій, наочно-ілюстрованого матеріалу (презентацій, аудіо-, відео-, фотоматеріалів, малюнків, схем, таблиць, Flash-анімацій), медіаресурсів (віртуальні лабораторії і майстерні), довідкових матеріалів (словники, тематичні довідники, онлайн-енциклопедії) і т.п.;

- методичні рекомендації щодо виконання домашніх, самостійних та лабораторних робіт;

- посилання на інформаційні ресурси (навчальну та довідкову літературу, освітні сайти, навчальні та науково-популярні фільми);
- контрольно-вимірювальні матеріали (тестові завдання, есе, кейс-завдання, навчальні завдання) [3].

Також правильно підготовлений навчальний курс повинен містити можливості управління навчальною діяльністю учнів, організацію руху до поставленої мети, а саме моніторинг, контроль і оцінку якості навчальної діяльності, стимулювання виправлення неточностей, помилок, підвищення рівня засвоєння знань з дисципліни. Таку можливість дає розміщення курсу в системі управління навчанням, орієнтованої на організацію взаємодії між викладачем та учнями.

Однією з найпопулярніших відкритих систем є MOODLE (Module Object-Oriented Dynamic Learning Environment — модульне об'єктно динамічне навчальне середовище), основне призначення якої — організація дистанційного навчання. Крім дистанційного навчання дана система може бути використана для інтегрування можливостей ІКТ в традиційні аудиторні форми навчання «обличчям до обличчя» [4].

Перш ніж створювати електронний курс у вигляді навчального курсу по окремо взятій дисципліні, необхідно позначити його основні дидактичні цілі і завдання, зміст, структуру і призначення, а також визначити основні види занять, на яких буде використаний конкретний ресурс. Як правило, процес створення електронного курсу відбувається поетапно і займає досить багато часу.

Одним з важливих і трудомістких етапів при створенні електронного курсу є розробка повного навчально-методичного курсу дисципліни відповідно до вимог державного освітнього стандарту освіти. Навчально-методичний курс дисципліни є основою для структурування теоретичного і практичного навчального матеріалу, інтегрування його в навчальні модулі (теми), відносно самостійні блоки єдиної системи курсу [3].

Етап підготовки навчальної площадки для створення електронного курсу на платформі MOODLE включає оформлення заявки на створення електронного курсу в центр дистанційного навчання ВНЗ та підготовку метаданих відповідно до освітньої програми, у яких визначається короткий зміст курсу (анотація), ключові слова, мета, кількість годин і очікуваний результат навчання.

Після процедури розгляду цих документів вчителеві надаються права «творця курсу» або «вчителя», що дозволяє авторам наповнювати курс навчальним матеріалом [6].

Структурування навчального матеріалу, по суті, є розробкою окремих навчальних модулів, що включають методичні рекомендації щодо вивчення теми, інформаційного забезпечення теми, теоретичного і наочно-демонстраційного матеріалу, методичні вказівки до лабораторних/ практичних робіт, практичні завдання та завдання для самоперевірки/ контролю знань, тести для проміжного і підсумкової атестації та домашні завдання [1]. Правильно структуровані матеріали електронного навчального курсу полегшують роботу з розміщення їх на майданчику.

Для наповнення курсу навчальними матеріалами викладач може використовувати наступний набір ресурсів - пояснення, файл, сторінка, папка, книга, гіперпосилання в залежності від цільового призначення наданої інформації. Перевагою електронних ресурсів на відміну від друкованих інформаційних видань є їх інтерактивні та мультимедійні можливості [4].

Теоретичні матеріали, що представляють собою обов'язкову частину будь-якого електронного курсу, структуруються за окремими блоками і включають контрольні запитання та завдання для самоперевірки.

В електронному курсі теоретичні матеріали, як правило, представлені у вигляді окремих лекцій, які створюються за допомогою елемента курсу «Лекція». Весь навчальний матеріал можна розділити на кілька невеликих «порцій» (у вигляді підтем або розділів), до кожної лекції розробляється комплекс контрольних питань для перевірки якісного засвоєння матеріалу у вигляді тестів, класичних питань або окремих завдань. Вивчення лекції налаштовується таким чином, що в разі невірної відповіді на контрольні питання учень направляється на повторне вивчення лекційного матеріалу. У разі якщо учень відповідає на контрольні питання правильно, то система послідовно проводить його по всіх темах навчального матеріалу [5].

Стиль викладу лекції повинен бути лаконічним, простим і зрозумілим для учнів. У теоретичних матеріалах велика роль наочності, тому важливо, щоб вони включали ілюстрації, презентації, відеоматеріали, аудіофрагменти, схеми та ін.

Практичні матеріали, у свою чергу можуть містити в залежності від тематики курсу тренувальні завдання для закріплення знань, умінь і навичок, наприклад:

- написання рефератів;
- лабораторний практикум з детальними рекомендаціями до виконання лабораторних робіт;
- розв’язування задач;
- завдання творчого характеру.

Поєднуючи різні елементи, вчитель самостійно може організувати вивчення навчального матеріалу так, щоб мотивувати активність учнів, організувати їх творчий підхід до процесу навчання, перевірити ступінь засвоєння матеріалу відразу ж після його вивчення, організувати самоконтроль і контрольне тестування . Такі елементи курсу як форум, чат, опитування, семінар дозволяють здійснювати обмін інформацією з досліджуваних тем.

На сторінках електронного курсу можуть бути представлені не тільки теоретичні матеріали (у вигляді лекцій) і практичні завдання з коментарями щодо їх виконання, а й посилання на всі необхідні додаткові матеріали у вигляді підручників, навчальних і навчально-методичних посібників, законів, та ін. Зручна організація такого доступу дозволяє з будь-якої теми лекції або практики перейти до тексту потрібних документів і робити засвоєння курсу більш продуктивним і доцільним.

Контрольні завдання призначені для перевірки знань учнів з дисципліни і використовуються як для поточного (по окремим темам), так і для підсумкового контролю знань (після вивчення всього курсу). Контрольні завдання можуть бути представлені у вигляді тестових завдань, есе або опитувань. Тести дозволяють оцінити, якою мірою учні оволоділи необхідним навчальним матеріалом.

Тести складаються з метою розвинути логічне мислення, виявити повноту і глибину знань; вчать учнів виділяти головне; спонукають до аналітичної розумової діяльності у відтворенні знань та в майбутньому зможуть допомогти при проходженні зовнішнього незалежного оцінювання.

Тестові завдання повинні проводитися систематично протягом усього досліджуваного навчального та електронного курсу. Критеріями якості тесту може виступати елементарна оцінка або певна сума балів.

Підсумком в створенні електронного курсу є підготовка методичної документації для подальшого практичного застосування електронного навчального курсу, керівництва по його застосуванню. Вносяться відповідні зміни в методичні розробки лекцій, лабораторних, семінарських, групових чи індивідуальних заняттях, готуються інструкції з докладним поясненням структури курсу, вирішуються питання організаційного характеру.

Таким чином, розробка електронного навчального курсу в системі управління освітою проходить через певні етапи, кожен з яких має свій зміст. Реалізація кожного етапу повинна бути спрямована на вирішення єдиного освітнього завдання: якісну підготовку висококваліфікованих фахівців, готових до постійної самоосвіти. Можливості даної платформи дозволяють, і реалізувати якісну вищу професійну освіту, і стимулювати процес самоосвіти учнів.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Методичні аспекти організації лабораторного фізичного практикуму в основній школі / П.С. Атаманчук, В.А. Цехмійстер // Науковий журнал «Молодий вчений» № 7(10) липень 2014 р. Частина I. щомісячне видання // Херсон, 2014: с. 6-7.

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

3. Морзе Н.В. Структура електронного навчального курсу на базі платформи дистанційного навчання [Текст] / Н.В. Морзе, О.Г. Глазунова // Комп'ютер у школі та сім'ї. - 2008. - ,№5. - с.12-19

4. Морзе Н.В. Критерії якості електронних навчальних курсів на базі платформ дистанційного навчання [Текст] / Н.В. Морзе, О.Г. Глазунова // Інформаційні технології в освіті: збірник наукових праць. - 2009. - ,№ 4.- с. 63–76

5. Устюгова В.Н. робота студента в системі дистанційного навчання moodle: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів [електронний ресурс]. - Казань, ТГГПУ, 2011. - 59 с.

6. Trentin g. & Repetto M. Using Network and Mobile Technology to Bridge Formal and Informal Learning, Woodhead [Електронний ресурс] 2013/.- режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/235929936_using_network_and_mobile_technology_to_bridge_formal_and_informal_learning

The article is about the introduction of the educational electronic course as a resource of information and communication technologies and an additional means of conducting the educational process. The use of e-learning course and computer equipment for use in the educational process is suggested.

***Key words**: information and communication technologies, electronic educational course, computer technologies*.

УДК 004.9:[379.85+520]

Смалько О.А., кандидат педагогічних наук, доцент

ВІРТУАЛЬНІ ПОДОРОЖІ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ОНЛАЙН-СЕРВІСІВ ТА ГЕОГРАФІЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

У статті наводяться результати проведеного дослідження функціональних можливостей поширених геоінформаційних систем та картографічних сервісів, визначено можливості їх використання у віртуальному туризмі.

***Ключові слова**: віртуальний туризм, віртуальні подорожі, геоінформаційні системи, картографічні сервіси, Google-сервіси.*

З розвитком інформаційно-комунікаційних технологій сфера розваг поповнилась віртуальним сектором, у якому поважне місце займає віртуальний туризм. Професійно організовані, оснащені якісною фотографічною і графічною підтримкою віртуальні подорожі спроможні захопити увагу досить перебірливого комп'ютерного користувача, наповнити його дозвілля позитивними емоціями і незабутніми враженнями.

Сучасні технології дозволяють реалізувати найрізноманітніші віртуальні подорожі, як в географічному земному просторі, в космічному простору, так і у часі. Особливо привабливими для пересічного користувача є проекти, можливостями яких можна користуватись безплатно.

Останнім часом сервіси американської корпорації Google надзвичайно вражають усіх своїми масштабами, доступністю і широким охопленням сфер, в яких їх можна ефективно використовувати. Не обов'язково бути досвідченим комп'ютерником, щоб ознайомитись із можливостями сучасних Google-сервісів. Щоправда, здебільшого усі вони функціонують у веб-переглядачі Google Chrome, який потрібно встановити на комп'ютері перед їх використанням.

Веб-сервіс "Карти Google" надає можливість використання будь-ким охочим картографічної системи, що вміщує мапи і супутникові знімки всієї поверхні нашої планети. За допомогою веб-переглядача Chrome і цього веб-застосунку спраглий до подорожей мандрівник вмить може "відвідати" будь-який куточок світу. Наприклад, переглянути затишну гавань європейського міста, в якому колись давно мешкав видатний і улюблений багатьма казкар Г.Х. Андерсен (рис. 1), а потім хутко зазирнути в сучасне місто Індокитаю, на території якого здавна править султан (рис. 2).

Рис. 1. Район Копенгагена Нюхавн

Рис. 1. Вежі Петронас в Куала-Лумпурі

Продовжити знайомство з чудовими місцями планети віртуальний мандрівник може, скажімо, з Америки доколумбової епохи, оглянувши знадвору піраміду Кукулькана в Чичен-Іца (рис. 3), а опісля спекотної Мексики, зануриввшись у приємну прохолоду Тихого океану, подивитись на найбільших у світі рибин, величних тигрових акул, що нині мешкають в океанаріумі Японського архіпелагу (рис. 4).

Рис. 3. Храм Ель Кастільо на півострові Юкатан

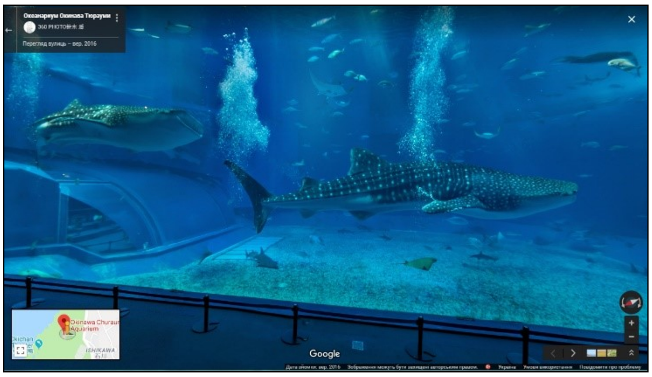


Рис. 4. Акваріум Тюраумі на острові Окінава

Безплатні послуги картографічного сервісу "Карти Google", доповнені можливістю панорамного перегляду вулиць та приміщень, допомагають "оглядати" не лише краєвиди, а і внутрішнє оздоблення споруд у форматі 3D-панорам (рис. 5, 6).

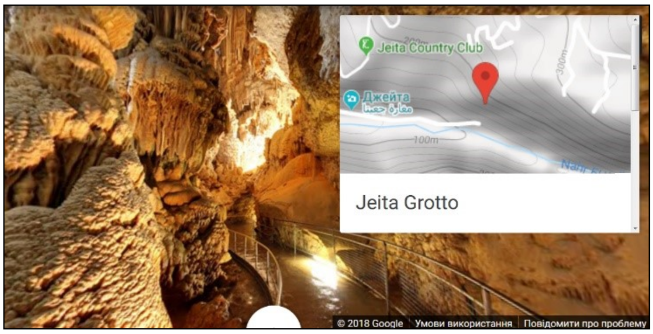


Рис. 5. Інтер'єр печери Джейта, що у Лівані

Рис. 6. Декор Версальського палацу, що у Франції

Вибагливі віртуальні подорожуючі можуть "навідуватись" до музеїв, виставкових зал та інших визначних місць, що користуються великою популярністю у вояжерів, оминаючи великі черги охочих їх відвідати, просто сидячи у комфортних кріслах біля своїх улюблених комп'ютерних пристроїв.

У пригоді мандрівників може стати ще один веб-застосунок від Google "Планета Земля". Цей віртуальний глобус, який має безкоштовну версію з дещо обмеженою функціональністю, містить величезну кількість аерофотознімків та сателітних знімків більшої частини Землі. Це дозволяє "переглядати" практично усі місцини планети, тішитись її фантастичними пейзажами, досліджувати цікаві місцевості та дивовижні споруди, відвідувати національні парки та історичні пам'ятки.

До прикладу, можна "дістатися" безлюдного острова Стаффа, що у Шотландії, зокрема печери з дивним зовнішнім виглядом, сформованим шестикутними базальтовими колонами, які утворилися вулканічною лавою близько 66 мільйонів років тому (рис. 7), або оглянути незбагненні геологічні структури "гуду" (або перібаджалари), сформовані дією вітру, води і крижаної ерозії осадкових порід у каньйоні Брайс, що в американському штаті Юта (рис. 8).

Досліджуючи природні чудеса Землі, обов'язково слід навідатися до норвезьких фіордів, краєвиди яких милують око (рис. 9), і до казкових карстових колон китайського національного парку Улін'юань, що у провінції Хунань (рис. 10).

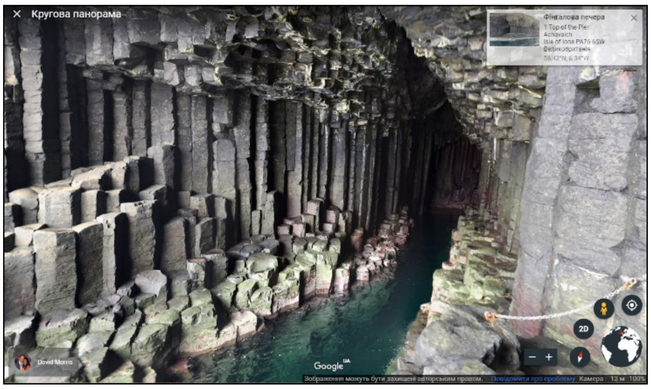


Рис. 7. Стіни Фінгалової печери (Велика Британія)

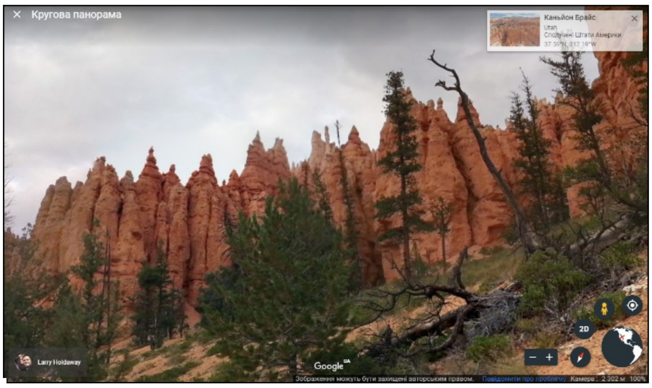


Рис. 8. Панорама плато Пансугант (США)

Рис. 9. Поруч зі славнозвісним "Язиком троля"

Рис. 10. Химерні обриси стрімчаків Чжанцзяцзе

І, неодмінно, слід спробувати "знайти" у затоці шарк західної австралії сучасні еквіваленти найперших живих організмів, строматолітів, що заселяли прадавню землю архейського еону (рис. 11, 12). тут, у найпівденнішій частині затоки, в мілководному басейні хамелін-пул, де вода вдвічі солоніша, ніж звичайна морська, десятки сотень років поспіль ростуть скелясті брили, що складаються з мікроорганізмів колоніальних водоростей, таких же, що жили на планеті понад 3,5 мільярди років тому...

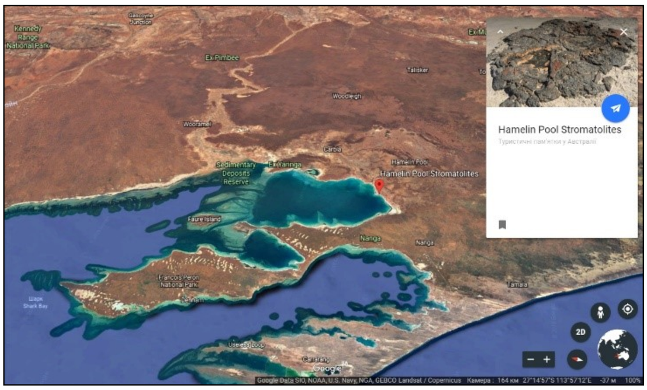


Рис. 11. Вигляд з космосу затоки Шарк-Бей

Рис. 12. Біогерми на узбережжі Акулячої бухти

Якщо ж немає бажання занурюватись у таку давню минувшину, можна "помандрувати" стежками рідного міста, особливо якщо надворі погана погода чи просто бракує настрою виходити з дому. добрий гумор швидко з'явиться, якщо здійснити "обліт", скажімо, над смотрицьким каньйоном чи околицями старого міста, натиснувши кнопку "3d" веб-застосунку "google планета земля". вибираючи існуючі геомітки, можна вивчати "прив'язані" до них інформаційні ресурси з корисними відомостями (рис. 13), визначати точні географічні координати "відвіданих" місць (рис. 14), формувати власні закладки та гіперпосилання, а потім ділитись ними із друзями**.**

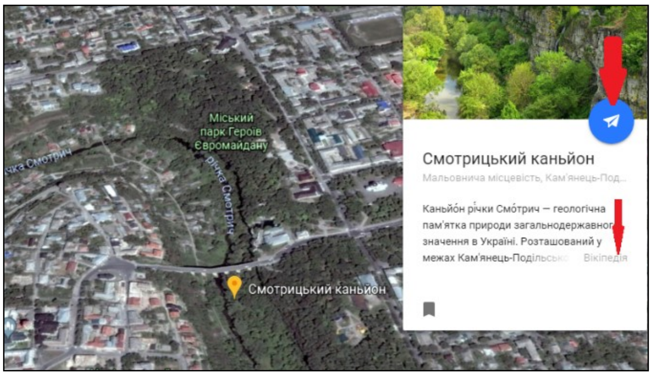


Рис. 13. "3D-обліт" над Смотрицьким каньйоном

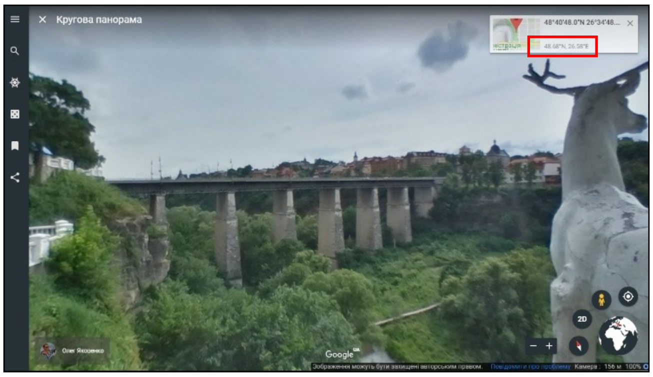


Рис. 14. Визначення географічних координат

Сервіс "Google Планета Земля" постійно поповнюється віртуальними турами до різних цікавих місць. Використовуючи інструмент "Voyager", можна "відвідати" сподобаний 3D-тур, у тому числі до деяких цікавих українських місцевостей.

Якщо ж віртуальних подорожей планетою замало досвідченому мандрівнику, то можна покинути її межі, звісно, віртуально. До сервісів Google додано мапи Місяця, Марса та інших небесних тіл Сонячної системи, зроблені різноманітними обсерваторіями у видимому та інфрачервоному діапазонах. Всі ці зображення можна переглядати безкоштовно (рис. 15). Також безплатно можна використовувати географічний сервіс і відповідний застосунок "Google Небо" для перегляду космічного простору, що оточує Землю (рис. 16).

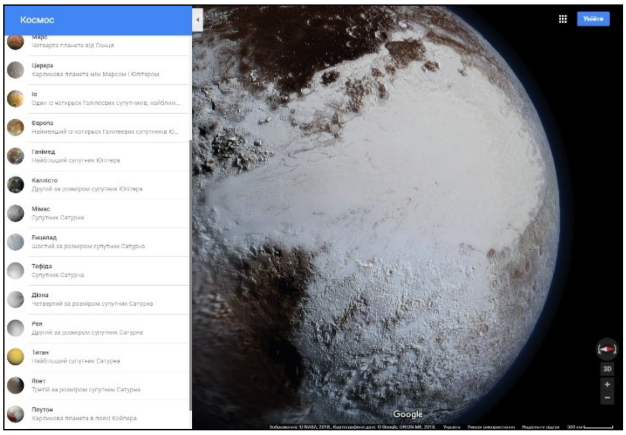


Рис. 15. Поверхня Плутона у

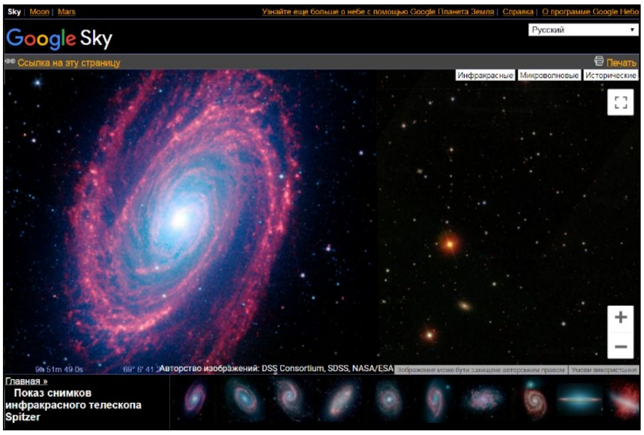


Рис. 16. Ілюстрація галактики Мессьє 81 (космічний телескоп NASA "Спітцер")

Корисною для тих, хто прагне розширювати свій світогляд і поглиблювати знання про мистецтво і культуру народів світу, є онлайн-платформа Google Arts & Culture, в якій зібрано віртуальні тури галереями відомих музеїв різних країн, через які можна ознайомитись з оцифрованими версіями художніх творів (рис. 17) різноманітних жанрів народів усіх континентів, з мистецькими збірками та експонатами, створеними у різні епохи (рис. 18), з колекціями та експозиціями, представленими у тих музеях, в яких не встигнеш побувати за все життя. Засновників проекту рухало бажання зберегти художні скарби та найбільш цінні надбання людей, перетворені у цифровий формат, задля наступних поколінь. Щоправда, останнім часом невідчутний розвиток цього грандіозного за задумами і дуже корисного для людства проекту.

Дуже цікавим також був проект Google World Wonders Project, за яким в рамках партнерства з ЮНЕСКО планувалось створити, використовуючи сучасні технології 3D-моделювання, віртуальні екскурсії до давних і сучасних історичних та природніх пам'яток, що прийнято називати "Чудесами світу". На жаль, діяльність і в рамках цього проекту припинилась кілька років тому.

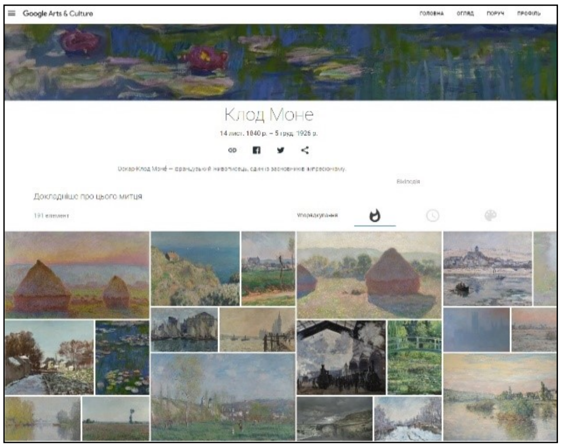


Рис. 17. Оцифровані картини К. Моне

Рис. 18. Статуя Рамсеса II у Британському музеї

Але варто зазначити, що загалом в останні роки створено чимало технологій і програмних засобів, використання яких на комп'ютерних пристроях різних типів може покращити сприйняття усіма бажаючими користувачами навколишнього світу, історії, культури та інших здобутків людей, які мешкали у різних куточках планети в різні епохи, допоможе усвідомити важливість і цінність природних ресурсів, історії, мистецтва, творчого потенціалу і невпинного розвитку цивілізації.

The article presents the results of the conducted research of the functional possibilities of the common geographic information systems and cartographic services, as well as the possibility of their use in virtual tourism.

***Key words**: virtual tourism, virtual travel, geographic information system, cartographic services, Google services.*

УДК 37.091.33-028.22:51

Сморжевський Ю.Л., кандидат педагогічних наук, доцент

МЕТОДИЧНИЙ СУПРОВІД ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ

У статті досліджено методичні засади підготовки майбутніх вчителів математики. Зокрема розглянуто шляхи використання системи пробленого навчання, яка сприяє розвитку пізнавальних сил і здібностей студентів. .

***Ключові слова**: методика навчання математикии, пробемне навчаня , проблемні ситуації.*

Сучасна концепція педагогічної освіти передбачає створення умов для розвитку творчих здібностей майбутніх спеціалістів, завдяки чому і можна досягти глибоко наукової професійно-педагогічної підготовки.

Формування у студентів педагогічних умінь має бути організоване в таких умовах, які б забезпечили зворотній зв'язок, оперативну підказку і поелементний аналіз дій.

Педагогічна майстерність визначається як вищий рівень педагогічної діяльності, який проявляється в тому, що за відведений час педагог досягає оптимальних результатів [1].

В основі цілеспрямованої роботи для удосконалення якості підготовки вчителя математики у нашому університеті лежить науково обґрунтована модель випускника фізико-математичного факультету. Основна мета її – посилити професійну орієнтацію в навчанні і вихованні майбутнього вчителя математики; підвищити творчу активність і самостійність студентів у питаннях, які стосуються їх майбутньої професії, суспільно-політичної активності.

Професійна направленість до педагогічної діяльності формується у студентів по мірі одержання ними професійних знань, умінь і навичок при вивченні дисциплін навчального плану, в результаті виховання в них постійного інтересу до навчальної діяльності, бажання займатися нею, нахилу сприймати навчальний матеріал і з точки зору його корисності для їх майбутньої професії і готовності працювати за спеціальністю.

Відомо, що основними компонентами підготовки вчителя математики є:

1. Суспільно-політична і загально-філософська підготовка.
2. Психологічна і загально-педагогічна підготовка.
3. Математична підготовка.
4. Методична підготовка.

Зауважимо, що методична підготовка, опираючись на всі інші компоненти, має грати завершальну і синтезуючу роль. Тому при вивченні курсу методики математики прагнемо до найбільш повного і органічного використання даних всіх тих наук, на які методика опирається. Ця вимога знаходить відображення перш за все в побудові курсу методики математики, в організації його змісту.

За основу побудови теорії навчання ми беремо психологічну концепцію навчання математичної діяльності. Модель такої діяльності, розроблена А.А.Столярем [2], має вигляд: МЕМ – ЛОММ – ЗМТ, де МЕМ – математизація емпіричного матеріалу, ЛОММ – логічна організація математичного матеріалу, ЗМТ – застосування математичної теорії.

Отже, фундаментальна ланка в професійній підготовці вчителя математики – система методичної підготовки, яка озброює студентів теорією навчання математики, практичними уміннями і навичками роботи в школі. Основними компонентами (методичним супроводом) цієї системи є: курс лекцій, практичні, лабораторні заняття, практикум з розв’язування задач, педагогічна практика, спецкурс «Позакласна робота з математики в школі», дипломні роботи з методики навчання математики. Всі компоненти взаємно пов’язані між собою і мають на меті підготувати вчителя математики, здатного творчо розв’язувати методичні задачі, які виникають в процесі навчання математики.

В даний час удосконалення професійно-педагогічної підготовки через дисципліни методичного циклу ведеться по лінії посилення уваги до наукових основ методики навчання математики, які розкриваються в загальних законах педагогіки і принципах дидактики, загальних методичних ідей, основних проблем роботи вчителя математики.

Особлива увага в системі методичної підготовки вчителя математики приділяється організації науково-дослідницької роботи студентів. Дослідницька функція – одна з основних функцій професійної діяльності вчителя математики. Студенти під час проходження педагогічної практики вивчають досвід роботи вчителів математики і висвітлюють у «Банку передового педагогічного досвіду». Результати цих досліджень систематизуються і використовуються студентами під час підготовки до практичних і лабораторних занять з методики навчання математики, написання дипломних і магістерських робіт.

Нами виділені уміння студентів, які необхідні для виконання дослідницької функції:

1) вивчати особу учня і особливості колективу з метою виявлення його математичної підготовки і умов, які позитивно чи негативно впливають на результати навчання і виховання їх інтересів і відношення до математики як дисципліни;

2) аналізувати і критично оцінювати навчальний матеріал, навчальні посібники, засоби навчання і творчо їх використовувати;

3) аналізувати урок за змістом, побудовою, методами навчання;

4) спостерігати педагогічні процеси і явища, виявляти причинно-наслідкові зв’язки цих явищ;

5) планувати і проводити нескладний методичний експеримент з метою вивчення питань, які цікавлять дослідника, опрацьовувати матеріали дослідження;

6) викладати результати дослідження у формі доповіді чи повідомлення на науково-практичній конференції за результатами проходження педпрактики, яка постійно проводиться після її завершення.

Ми використовуємо системний підхід до побудови лекційного курсу з методики навчання математики.

Розглядаючи загальну методику навчання математики, розробляємо систему управління процесами навчання прийомам математичної діяльності.

В якості загально-дидактичної основи при розробці питань методики нами прийнята система проблемного навчання, яка найбільше сприяє здійсненню завдань навчання учнів прийомам математичної діяльності, забезпечує розвиток їх пізнавальних сил і здібностей.

Такий підхід дозволяє чітко систематизувати матеріал лекційного курсу і показати студентам застосування загально-філософських, психологічних і педагогічних концепцій при розв’язуванні питань методики.

Зауважимо, що в останні роки ми значно збільшили питому вагу розділу «загальна методика». Він займає 44 % всього лекційного курсу для підготовки бакалаврів. Така постановка «загальної методики», на наш погляд, забезпечує студентів більш гнучкою методичною підготовкою, озброює їх розумінням основних завдань навчання, перспектив подальшого удосконалення змісту і методики вивчення шкільного курсу, створює міцну базу для розвитку в подальшому вміння розробляти конкретну методику вивчення нових питань на основі загальних методичних ідей.

При такому підході з’являється можливість більш чітко на конкретному матеріалі показати студенту зміну методів і прийомів навчання залежно від вікових особливостей учнів.

Розглядаючи спеціальну методику, виклад окремих розділів ведемо за методичними проблемами, які виникають при їх вивченні, тобто у такій послідовності:

1. Різні схеми розвитку даного математичного матеріалу.
2. Ідеї розвитку цього матеріалу і розкриття його в шкільному навчанні.
3. Загальна методика вивчення даного матеріалу в шкільному курсі.

Така побудова теми сприяє кращому засвоєнню ідей і дає більшу економію у часі.

Даючи порівняльну методичну характеристику різним способам відбору і методам вивчення математичного матеріалу, ми звертаємо увагу студентів на необхідність системного підходу.

Пояснюємо, що в педагогічних науках принцип системності усвідомлюється як інструмент цілісного підходу до об’єктів дослідження. Тому на досліджуваний об’єкт потрібно дивитися як на ціле, яке представляє собою єдність його складових.

Ми прагнемо надати лекції проблемний характер. Методичні проблеми залежно від їх значимості у розкритті основного змісту теми розв’язуються або безпосередньо на лекції, або пропонуються студентам для самостійного розв’язання. Таким чином, виникають спеціальні завдання для самостійної роботи студентів з курсу методики.

Вкажемо кілька видів таких завдань.

1. У зв’язку з коротким викладом в лекції якогось програмного питання студентам пропонується доповнити його з прочитаної літератури.
2. Для конкретизації загального положення, розглянутого в лекції, пропонується навести відповідні приклади з досвіду вчителів, з роботи самих студентів у період педагогічної практики.
3. Зміст багатьох завдань пов’язаний з вивченням шкільних підручників. Студентам пропонується, наприклад, проаналізувати: а) конкретний матеріал, на основі якого в підручнику вводиться нове для учнів поняття; б) систему задач, яка пропонується в підручнику для засвоєння нового матеріалу, і відповідність її рівневому навчанню.

Практичні заняття з методики навчання математики проводяться у вигляді дискусій, на яких розглядають різноманітні ситуації, що можуть виникати на уроках. Студенти при підготовці до занять розробляють фрагменти уроків з певної теми. На занятті студент пропонує свій фрагмент уроку, інші студенти активно його аналізують, виділяють позитивні і негативні сторони, доповнюють, в результаті чого одержується «еталон» даного фрагменту уроку. Нами розроблені і опубліковані посібники [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], які студенти успішно використовують при підготовці до практичних, лабораторних занять, до конкретних уроків під час проходження педпрактики. Зокрема, посібник [3] студенти використовують при підготовці до заняття «Прикладна направленість шкільного курсу математики», а також при розгляді методики навчання алгебри і початків аналізу в старшій школі. При підготовці до заняття на тему «Уроки систематизації і узагальнення вивченого матеріалу» студенти користуються посібником [4].

У посібниках [5], [6], [7], [8], [9] розроблені дидактичні матеріали і перевірочні роботи для чотирьохрівневого навчання учнів геометрії і елементів комбінаторики. Тому студенти активно використовують згадані посібники при підготовці до практичних занять з спеціальної методики навчання математики, а також під час підготовки до уроків на педагогічній практиці і при написанні дипломних робіт з методики навчання математики.

Нами розроблена методика використання педагогічних програмних засобів GRAN 1 для побудови графіків тригонометричних функцій [10] і GRAN 3 D для побудови зображень многогранників, яку студенти теж успішно використовують як при підготовці до практичних і лабораторних занять, так і при написанні дипломних і магістерських робіт з методики навчання математики.

На заняттях практикуму з розв'язування задач звертаємо увагу не лише на вірне розв'язання задач, але і на детальний їх аналіз, різні способи розв'язання, вибір оптимального з них, оформлення розв'язання на дошці і в зошитах. Набуті на таких заняттях уміння і навички студенти успішно використовують на уроках під час педагогічної практики і будуть використовувати в своїй майбутній професії.

Спецкурс «Позакласна робота з математики в школі» дає можливість ознайомити студентів з різними формами позакласної роботи з математики, навчити їх планувати і проводити цю роботу.

Відгуки про роботу наших випускників, а також особисте спілкування з ними на курсах підвищення кваліфікації вчителів свідчать про ефективність наведеного вище супроводу підготовки вчителів математики у Кам'янець-Подільському національному університеті імені Івана Огієнка.

Список використанихджерел:

1. Основы педагогического мастерства: Учеб. пособие для пед. спец, высш. учеб. заведений / И.А.Зязюн, И.Ф.Кривонос, Н.Н.Тарасевич и др.: Под ред. И.А.Зязюна. – М.: Просвещение, 1989. – 302 с.
2. Столяр А.А. Педагогика математики. – Минск: Высш. шк., 1989. – 302 с.
3. Сморжевський Л.О., Атаманчук П.С., Кух А.М. Задачі з алгебри і початків аналізу: 1001 задача прикладного змісту: 10–11 класи. – Київ: А.С.К., 1999. – 153 с.
4. Сморжевський Л.О. Шкільний курс математики в кросвордах. – Кам'янець-Подільський: «Абетка», 1999. –68 с.
5. Сморжевський Л.О., Непочатова Т.С. Геометрія 7–9. Тематичні рівневі перевірочні роботи. – Кам'янець-Подільський: Абетка–НОВА, 2001. – 88 с.

6. Сморжевський Л.О., Липницька І.В. Геометрія 7-9. Дидактичні матеріали та тематичні перевірочні роботи для рівневого навчання. – Кам’янець-Подільський: Абетка–НОВА, 2002. – 104 с.

7. Сморжевський Л.О., Сморжевський Ю.Л. Стереометрія. Дидактичні матеріали та тематичні перевірочні роботи для рівневого навчання. – Кам’янець-Подільський: Абетка–НОВА, 2002. – 68 с.

8. Сморжевський Ю.Л. Прийоми евристичної діяльності учнів при вивченні геометрії. Диференційовані завдання. – Кам’янець- Подільський: Абетка, 2004. – 100 с.

9. Шлапак Л.В., Сморжевський Л.О. Елементи комбінаторики. Дидактичні матеріали та перевірні роботи. – Тернопіль: Мандрівець, 2006. - 86 с.

10. Сморжевський Л.О., Сморжевський Ю.Л. Про методику використання нових інформаційних технологій на уроках алгебри і початків аналізу в 10 класах середніх загальноосвітніх шкіл // Наукові праці Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка: Вип. 7. – В 5-и томах. – Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський національний університет, 2008. – Т. 1. – С. 176 – 179.

11. Сморжевський Ю.Л. Використання інформаційних технологій для диференційованого формування прийомів аналізу і синтезу евристичної діяльності старшокласників на уроках стереометрії // Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації: Зб. наук. пр. за матеріалами Третьої Міжнародної наукової конференції. – Кам’янець-Подільський національний університет, 2008. – С. 159 – 165

In the statistics, the methodological ambusion of the Maybutan mathematics. Zokrem sticks to the victoristic system of a broken learning, the yak spriya rozvitku of the naval forces and health of students. .

***Key words**: methods of mathematics, test, problems, situations.*

УДК 517.5

Сорич Н.М., кандидат фізико-математичних наук, доцент
Сорич В.А., кандидат фізико-математичних наук, доцент

НАБЛИЖЕННЯ ДЕЯКИХ КЛАСІВ ФУНКЦІЙ, ЩО АНАЛІТИЧНО ПРОДОВЖУЮТЬСЯ В СМУГУ, ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИМИ ПОЛІНОМАМИ З ПАРНИМ ЧИСЛОМ ВУЗЛІВ НА ПЕРІОДІ

Встановлено асимптотичні рівності наближень інтерполяційними поліномами лінійних комбінацій функцій, які допускають аналітичне продовження у фіксовану смугу комплексної площини, та їх похідних в сенсі О. І. Степанця.

Ключові слова: *лінійна комбінація, ядро Діріхле, $(\psi_i, 0)$-похідні, інтерполяційний тригонометричний поліном.*

Постановка задачі.

Нехай $f(\cdot)$ — 2π-періодична інтегровна на $(0;2\pi)$ функція ($f\epsilon L$) і її ряд Фур'є.

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

Множину функцій $f(\cdot)$, для кожної з яких майже скрізь виконується рівність

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \varphi(x+t)\Psi_h(t)dt, \tag{2}$$

де

$$\Psi_h(t) = \frac{1}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \psi(k)\cos\left(kx - \frac{\beta\pi}{2}\right) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\cos\left(kx - \frac{\beta\pi}{2}\right)}{ch\, kh},\ h \in (0;\infty), \tag{3}$$

позначають через L_β^ψ. При цьому функцію φ називають (ψ, β) похідною функції $f(\cdot)$ і позначають через f_β^ψ, а функцію $f(x)$ — (ψ, β) - інтегралом функції φ та позначають через $I_\beta^\psi(\varphi, x)$; множину функцій, що подаються у вигляді (2) при $\varphi \in \mathfrak{N}$, де $\mathfrak{N}$ — деяка підмножина із L , позначають через $L_\beta^\psi\mathfrak{N}$, інколи, підкреслюючи характер розглядуваних функцій — аналітичні в смузі шириною h — при позначенні замість L_β^ψ пишуть A_h(так що при $\mathfrak{N} = L \quad L_\beta^\psi\mathfrak{N} = A_h$).

Нехай , надалі, $h_1, h_2, \dots, h_m h$ — довільний набір дійсних чисел таких, що $0 < h_1 \le h_2 \le \dots \le h_m < h, \beta_i \in R, i = \overline{1,m}$. Якщо $S[f]$ в (1) ряд Фур'є функцій

$f(x)$, то $(\psi_i;\beta_i)$- похідною функції $f(x)$ називається функція $f_{\beta_i}^{(\psi_i)}(x)$, для якої справедлива рівність

$$f_{\beta_i}^{(\psi_i)}(x)=\sum_{k=1}^{\infty}\psi_i(k)\left(a_k\cos(kx+\frac{\beta_i\pi}{2}\right)+b_k\sin(kx+\frac{\beta_i\pi}{2})).\left(\psi_i(k)=\frac{1}{ch\,kh_i}\right)\quad(4)$$

Через L_∞ позначимо простір 2π-періодичних вимірних і суттєво обмежених функцій $f(x)$ із нормою $\|f\|_{L_\infty}=\|f\|_\infty=ess\sup|f(x)|$, C — простір неперервних на всій дійсній осі 2π-періодичних функцій $f(x)$ із нормою $\|f\|_C=\max\limits_x|f(x)|$; L — простір 2π-періодичних сумовних на $(0;2\pi)$ функцій $f(x)$ із нормою $\|f\|_L=\|f\|_1=\int_0^{2\pi}|f(x)|dx$. Одиничну кулю в просторі $L_p(p=1,\infty)$ позначимо через $\mathcal{U}_p$, $\mathcal{U}_p=\{f: f\in L_p, \|f\|_p\le 1\}$, а також покладемо $L_\beta^\psi\mathcal{U}_p=L_{\beta,p}^\psi(p=1,\infty;\psi(k)=\frac{1}{ch\,kh}$, $C_{\beta,p}^\psi=L_{\beta,p}^\psi\cap C$.

Найкраще наближення кожної окремої функції $f(t)$ за допомогою тригонометричних поліномів $t_{n-1}(t)$ порядку, не вищого за $n-1$, у метриках просторів C і L будемо позначати відповідно через $E_n(t)_C$ і $E_n(t)_L$. Найкращим наближенням класів $C_{\beta,\infty}^\psi$ та $L_{\beta,1}^\psi$ називають величини

$$E_n\left(C_{\beta,\infty}^\psi\right)_C=\sup_{f\in C_{\beta,\infty}^\psi}E_n(f)_C=\sup_{f\in C_{\beta,\infty}^\psi}\inf_{t_{n-1}}\|f(x)-t_{n-1}(x)\|_C\,,\quad(5)$$

$$E_n\left(L_{\beta,1}^\psi\right)_C=\sup_{f\in L_{\beta,1}^\psi}E_n(f)_L=\sup_{f\in L_{\beta,1}^\psi}\inf_{t_{n-1}}\|f(x)-t_{n-1}(x)\|_L\quad,\quad(6)$$

відповідно.

Якщо $f(x)$ — довільна 2π-періодична неперервна функція, то через $\tilde{S}_n(f;x)$ позначимо тригонометричний поліном степеня n, що інтерполює $f(x)$ в точках $x_k^{(n)}=\frac{2k\pi}{2n+1}$.

На класі $W_{r,\infty}^r$ функцій диференційованих в сенсі Вейля С.М. Нікольським в [1] установлено, що

$$\mathcal{E}_n\left(W_{r,\infty}^r;x\right)=\sup_{f\in W_{r,\infty}^r}\left|f(x)-\tilde{S}_n(f;x)\right|=$$

$$=\frac{2}{\pi}E_n\left(W_{r,\infty}^r\right)\ln n\left|\sin(n+\frac{1}{2})x\right|+O\left(E_n\left(W_{r,\infty}^r\right)\right)=$$

$$=\frac{8}{\pi^2}K_r\cdot n^{-r}\ln n\cdot\left|\sin(n+\frac{1}{2})x\right|+O(n^{-r}),\ n\to\infty,\quad(7)$$

тобто знайдена асимптотична рівність наближення функцій із класу $W_{r,\infty}^r$ інтерполяційними тригонометричними многочленами $\tilde{S}_n(f;x)$.

В роботі [2] знайдено асимптотичні рівності для верхніх меж сумісного наближення інтегралів Пуасона інтерполяційними тригонометричними многочленами.

Актуальним питанням також є вивчення асимптотичної поведінки величини

$$\widetilde{\mathcal{E}}_n^*\left(C_{\beta,\infty}^{\psi};x\right) \overset{\text{def}}{=} \sup_{f\in C_{\beta,\infty}^{\psi}} \left|f(x)-\tilde{S}_n^{\ *}(f;x)\right|, n\to\infty\ \left(\psi(k)=\frac{1}{ch\,k}\right) \quad (8)$$

де $\tilde{S}_n^{\ *}(f;x)$ — інтерполяційний тригонометричний поліном n -го порядку, що співпадає із функцією $f(x)$ у вузлах інтерполяції $x_k^{(n)}=\frac{k\pi}{n}$, $k=\pm 0,\pm 1,\pm 2,\ldots$, та визначається формулою

$$\tilde{S}_n^{\ *}(f;x)=\frac{1}{n}\sum_{k=-n}^{n-1} D_n^{\ *}\left(x-\ x_k^{(n)}\right)f\left(x_k^{(n)}\right),$$

де $D_n^{\ *}(t)=D_n(t)-\frac{\cos nt}{2}=\frac{\sin(nt)\cdot ctg\frac{t}{2}}{2}$ (9)

— модифіковане ядро Діріхле порядку $\boldsymbol{n}$, а

$D_n(t)=\frac{1}{2}+\sum_{k=1}^{n}\cos kt=\frac{\sin\left(n+\frac{1}{2}\right)t}{2\sin\frac{t}{2}}$ — ядро Діріхле порядку n (див. напр.[3, с. 86-88;4,т.2, §5]).

В даній роботі встановлюється поведінка при $n\to\infty$ величини

$$\widetilde{\mathcal{E}}_{n,m}^*\left(C_{\beta,\infty}^{\psi};x;\bar{C}\right)==\sup_{f\in C_{\beta,\infty}^{\psi}}\left|\sum_{i=1}^{m} c_i\cdot\psi_i\,(n)\left(f_{\beta_i}^{(\psi_i)}(x)-\tilde{S}_n^{\ *}\left(f_{\beta_i}^{(\psi_i)};x\right)\right)\right| \quad (10)$$

$$\left(\psi_i(k)=\frac{1}{ch\,kh_i}\right), |c_i|=1,$$

яка характеризує наближення функції $f(\cdot)$ та їх $(\psi_i;\beta_i)$- похідних, які допускають аналітичне продовження в смугу фіксованої ширини, $F(x)=\sum_{i=1}^{m} c_i\cdot\psi_i\,(n) f_{\beta_i}^{(\psi_i)}(x)$ ($\overline{\psi_\iota}-$ інтегралів) інтерполяційними тригонометричними многочленами $\tilde{S}_n^{\ *}(\cdot)$ в рівномірній метриці.

<u>Допоміжні твердження</u>

Лема. для функції $\tilde{L}_n^{\ *}(x)=\frac{1}{\pi}\sum_{k=-n}^{n}\left|D_n^{\ *}\left(x-\ x_k^{(n)}\right)\right|$ має місце асимптотична рівність

$$\tilde{L}_n^{\ *}(x)=\frac{1}{\pi}\sum_{k=-n}^{n}\left|D_n^{\ *}\left(x-\ x_k^{(n)}\right)\right|=\frac{2}{\pi}\ln n|\sin\ nx|+O(1). \quad (11)$$

Доведення. легко бачити, що функція $\tilde{L}_n^{\ *}(x)$ має період $\frac{\pi}{n}$, а тому досить розглянути випадок, коли $0\le x\le\frac{\pi}{n}$.

зауважимо, що на проміжку $t\in[-\pi;\pi]$

$\sin(nt)ctg\ \frac{t}{2} - \frac{\sin(nt)}{t} = O(1).$

В силу співвідношення (9) будемо мати

$$\tilde{L}_n{}^*(x) = \frac{1}{n}\sum_{k=-n}^{n-1}\left|\frac{\sin n(x - x_k^{(n)}) \cdot ctg\ \frac{(x - x_k^{(n)})}{2}}{2}\right| =$$

$$= \frac{1}{n}\sum_{k=-n}^{n-1}\left|\frac{\sin n(x - x_k^{(n)})}{x - x_k^{(n)}}\right| + O(1) = \frac{1}{n}|\sin nx|\sum_{k=-n}^{n-1}\frac{1}{\left|x - x_k^{(n)}\right|} + O(1) =$$

$$= \sigma_1(x) + \sigma_2(x) + O(1), \tag{12}$$

де

$$\sigma_1(x) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{n}|\sin\ nx|\sum_{k=0}^{n-1}\frac{1}{\left|x - x_k^{(n)}\right|}, \qquad \sigma_2(x) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{n}|\sin\ nx|\sum_{k=-n}^{-1}\frac{1}{\left|x - x_k^{(n)}\right|}.$$

оскільки $x_{-k}^{(n)} = -x_k^{(n)}$, то

$$\sigma_2(x) = \frac{1}{n}|\sin\ nx|\sum_{k=-n}^{-1}\frac{1}{\left|x - x_k^{(n)}\right|} = \frac{1}{n}|\sin\ nx|\sum_{k=1}^{n}\frac{1}{(x + x_k^{(n)})} =$$

$$= \frac{1}{n}|\sin\ nx|\sum_{k=1}^{n}\frac{1}{(x + \frac{k\pi}{n})} = \frac{1}{\pi}\ln n\,|\sin\ nx| + O(1) \tag{13}$$

Розглянемо тепер суму $\sigma_1(x)$. в силу того, що

$\frac{|\sin\ nx|}{nx} = O(1)$, та $\frac{|\sin\ nx|}{n(x - \frac{\pi}{n})} = O(1),$

Маємо

$$\sigma_1(x) = \frac{1}{n}|\sin\ nx|\sum_{k=2}^{n-1}\frac{1}{(x_k^{(n)} - x)} + O(1) = \frac{1}{\pi}\ln n\,|\sin\ nx| + O(1). \tag{14}$$

Об'єднуючи співвідношення (12), (13), (14) переконуємося в справедливості леми. лему доведено.

Зауваження. функцію $\tilde{L}_n{}^*(x)$ називають функцією лебега, маючи на увазі, що їй відводиться аналогічна роль, що і відомим константам лебега, оскільки $\tilde{L}_n{}^*(x) = \sup\limits_{|f|\le 1}\left|\tilde{S}_n{}^*(f;x)\right|_C.$

Основні результати.

Нехай

$$E_{n,m}(A_\infty^h;\bar{c})_C = \sup_{f\in A_\infty^h}\ \inf_{t_{n-1}}\left\|\sum_{i=1}^{m} c_i ch^{-1}(nh_i) f_{\beta_i}^{(\psi_i)}(x) - t_{n-1}(x)\right\|_C \tag{15}$$

Дану величину назвемо найкращим сумісним наближенням класів інтегралів, що аналітично продовжуються в фіксовану смугу тригонометричними многочленами в метриці с

Теорема 1. нехай $0 < h_1 \le h_2 \le \cdots \le h_m < h, \beta_i \in R$ і

$$E_{n,m}(A^h_\infty;\bar{c})_C =$$

$$= \left|\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi}\sum_{k=1}^{\infty}\sum_{i=1}^{m} c_i\, ch^{-1}(nh_i)\frac{ch(kh_i)}{ch\, kh} cos\, \left(kt + \frac{\beta-\beta_i}{2}\pi\right) * sign\, sin(nt-\gamma)dt\right|$$

$$=$$

$$= \frac{4}{\pi}\left|\sum_{k=0}^{\infty}\sum_{i=1}^{m} c_i \frac{ch(2k+1)h_i n}{ch\,(2k+1)hn}\frac{\sin\left[(2k+1)\gamma + (\beta-\beta_i)\frac{\pi}{2}\right]}{2k+1}\right|, \qquad (16)$$

тоді для величини $\widetilde{\mathcal{E}}^*_{n,m}(A^h_\infty;x;\bar{c})$ має місце асимптотична рівність

$$\widetilde{\mathcal{E}}^*_{n,m}(A^h_\infty;x;\bar{c}) = \frac{4}{\pi}E_{n,m}(A_{h,\infty})_C \ln n\,|\sin nx| + O(E_{n,m}(A_{h,\infty}))_C. \qquad (17)$$

Доведення. нехай $F(x;\bar{c}) = \sum_{i=1}^{m} c_i ch^{-1}(nh_i) f^{(\psi_i)}_{\beta_i}(x)$.

Інтерполяційний многочлен $\tilde{S}^*_n(f;x)$ функції f має вигляд (9), тоді інтерполяційний многочлен лінійної комбінації $F(x;\bar{c})$ функції $f\in A_{h,\infty}$ та її $(\psi_i;\beta_i)$ похідних запишеться у вигляді

$$\tilde{S}^*_n(F;x) = \tilde{S}^*_n\left(\sum_{i=1}^{m} c_i\frac{1}{ch\, nh_i} f^{(\psi_i)}_{\beta_i};x\right) =$$

$$= n^{-1}\sum_{i=1}^{m}\frac{c_i}{ch\, nh_i}\sum_{k=-n}^{n-1} D^*_n\left(x - x^{(n)}_k\right) f^{(\psi_i)}_{\beta_i}\left(x^{(n)}_k\right). \qquad (18)$$

а відхилення $\rho_{n,m}(F;x)$ тоді можна зобразити у вигляді

$$\rho_{n,m}(F;x) = \rho_{n,m}\left(\sum_{i=1}^{m}\frac{c_i}{ch\, nh_i} f^{(\psi_i)}_{\beta_i};x\right) \stackrel{\text{def}}{=} \sum_{i=1}^{m}\frac{c_i}{ch\, nh_i} f^{(\psi_i)}_{\beta_i}(x) -$$

$$-\tilde{S}^*_n\left(\sum_{i=1}^{m}\frac{c_i}{ch\, nh_i} f^{(\psi_i)}_{\beta_i};x\right).$$

враховуючи те, що $\tilde{S}^*_n(t_{n-1};x) = t_{n-1}(x)$, і оператор $\tilde{S}^*_n$ лінійний, для довільної функції $f(x)\in A_{h,\infty}$ матимемо

$$\left|\rho_{n,m}(F;x)\right| = \left|F(x;\bar{c}) - \tilde{S}^*_n(F;x)\right| = \left|F(x;\bar{c}) - t^*_{n-1}(x) + t^*_{n-1}(x) - \tilde{S}^*_n(F;x)\right| =$$

$$= \left|F(x;\bar{c}) - t^*_{n-1}(x) - \tilde{S}^*_n(F - t^*_{n-1};x)\right| \le$$

$$\le |F(x;\bar{c}) - t^*_{n-1}(x)| + \left|\tilde{S}^*_n(F - t^*_{n-1};x)\right|, \qquad (19)$$

де $\boldsymbol{t^*_{n-1}(x)}$ — многочлен найкращого наближення функції $\boldsymbol{F(x;\bar{c})}$ в метриці простору *c*.

Із співвідношення (18) отримаємо

$$\left|\tilde{S}^*_n(F - t^*_{n-1};x)\right| = \frac{1}{n}\left|\sum_{k=-n}^{n-1} D^*_n\left(x - x^{(n)}_k\right)\left(\sum_{i=1}^{m}\frac{c_i}{ch\, nh_i} f^{(\psi_i)}_{\beta_i}(x^{(n)}_k) - t^*_{n-1}(x^{(n)}_k)\right)\right| \le$$

$$\leq \left\| \sum_{i=1}^{m} \frac{c_i}{ch\, nh_i} f_{\beta_i}^{(\psi_i)}(x) - t_{n-1}^*(x) \right\|_C * \frac{1}{n} \sum_{k=-n}^{n-1} \left| D_n^*\left(x - x_k^{(n)}\right) \right| =$$

$$= \tilde{L}_n^*(x) * E_n(F)_C, \qquad (20)$$

де $E_n(F)$ — величина найкращого наближення функції F в просторі C, тобто $E_n(F)_C = \sup\limits_{f \in A_\infty^h} \inf\limits_{t_{n-1}} \|F(x) - t_{n-1}(x)\|_C$.

Із нерівностей (19)-(20) робимо висновок, що

$$\left|\rho_{n,m}(F;x)\right| \leq 1 + \tilde{L}_n^*(x) * E_n(F)_C. \qquad (21)$$

Згідно (15) $E_n(F)_C = E_{n,m}(A_\infty^h;\bar{c})_C$, тому

$$\left|\rho_{n,m}(F;x)\right| \leq \left(1 + \tilde{L}_n^*(x)\right) E_{n,m}(A_\infty^h;\bar{c})_C. \qquad (22)$$

Із співвідношення (22) для величини $\tilde{\mathcal{E}}_{m,n}^*(A_{h,\infty};x;\bar{c})$ отримуємо нерівність

$$\tilde{\mathcal{E}}_{m,n}^*(A_{h,\infty};x;\bar{c}) \leq \left(1 + \tilde{L}_n^*(x)\right) E_{n,m}(A_{h,\infty};\bar{c})_C \;. \qquad (23)$$

Для завершення доведення теореми досить тепер побудувати функцію $f(x) \in A_{h,\infty}$, на якій досягається знак рівності в (23).

Покладемо

$$f_n(x) \overset{\text{def}}{=} \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \left(\frac{1}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\cos\left(kt + \frac{\beta\pi}{2}\right)}{ch\, kh}\right) sign\, sin\, (n(x-t)+\gamma)dt. \qquad (24)$$

Тоді лінійна комбінація $F_n(x;\bar{c})$ запишеться у вигляді

$$F_n(x;\bar{c}) = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \left(\frac{1}{2} + \sum_{k=1}^{\infty}\sum_{i=1}^{m} \frac{c_i}{ch\, nh_i} \frac{ch\, kh}{ch\, kh_i} \cos(kt + \left(\beta - \beta_i\right)\frac{\pi}{2}\right) *$$

$$* \, sign\, sin\, (n(x-t)+\gamma)dt. \qquad (25)$$

Розвиток в ряд Фур’є функції $sign\, sin\, nt$ має вигляд

$$sign\, sin\, nt = \frac{4}{\pi}\sum_{k=0}^{\infty} \frac{\sin(2k+1)nt}{2k+1},$$

а тому із (25) маємо

$$F_n(x;\bar{c}) = \frac{4}{\pi}\sum_{k=0}^{\infty}\sum_{i=1}^{m} \frac{c_i}{ch\, nh_i} \frac{ch\,(2k+1)nh_i}{ch\,(2k+1)nh * (2k+1)} * \sin((2k+1)(nx+\gamma) +$$

$$+ \frac{(\beta-\beta_i)}{2}\pi = \frac{4}{\pi}\left|\sum_{k=0}^{\infty}\sum_{i=1}^{m} c_i \frac{ch\,(2k+1)nh_i}{ch\,(2k+1)nh} \frac{\sin\left[(2k+1)\gamma + \frac{(\beta-\beta_i)}{2}\pi\right]}{2k+1}\right|. \qquad (26)$$

Із умови теореми, а також із співвідношень (24)-(26), випливає, що коли функція $f_n(x) \in A_{h,\infty}$, та $F_n(x;\bar{c})$ приймає в точках $x_k^{(n)}$ значення $\pm E_{n,m}(A_{h,\infty};\bar{c})_C$

зі знаками, що співпадають відповідно зі знаками $sign\ D_n^*\left(x - x_k^{(n)}\right)$,то при цьому $|F_n(x;\bar{c})| \le E_{n,m}(A_{h,\infty};\bar{c})_C$.

Отже,

$$\left|F_n(x;\bar{c}) - \tilde{S}_n^*(F_n;x)\right| = \tilde{L}_n^*(x)E_{n,m}(A_{h,\infty};\bar{c})_C + O\left(E_{n,m}\left(A_{h,\infty};\bar{c}\right)\right)_C . \qquad (27)$$

Співвідношення (11), (23) і (27) доводять теорему.

Теорему 1 доведено.

Зауваження1. У випадку класу W_∞^r 2π- періодичних функцій, у яких існують абсолютно неперервні похідні до $(r-1)$-го $(r \in \mathrm{N})$ порядку включно, r-ті похідні по модулю майже всюди не перевищують одиницю, С.М. Нікольським в [1] доведена асимптотична рівність (7).(*m=1* в сумісному наближенні функцій та їх похідних).

Зауваження2. На класах функцій $A_{h,\infty}$ в [6] знайдені величини найкращого сумісного наближення функцій $f(x) \in A_{h,\infty}$ та їх $(\psi_i;0)$ похідних $f^{(\psi_i)}(x)$ $E_{n,m}(A_{h,\infty})_C = E_{n,m}(A_{h,1})_L$.

$(f^{(\psi_i)}(x) = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi}\varphi(x+t)\left(\frac{1}{2} + \sum_{k=1}^{\infty}\frac{ch\ kh_i}{ch\ kh}\cos kt\right)dt)$.

Співставляючи результати цього твердження та теореми 1, як наслідок отримуємо

Теорема 2.

Якщо функція $f(x) \in A_{h,\infty}$, $h \in (0;\infty), 0 < h_1 \le h_2 \le \cdots \le h_m < h$, то при $n \to \infty$ має місце асимптотична рівність

$$\tilde{\mathcal{E}}_{m,n}^*\left(A_{h,\infty};x;\bar{c}\right) = \frac{16}{\pi^2}\left|\sum_{i=1}^{m}\frac{1}{ch\ nh_i}\sum_{v=0}^{\infty}\frac{(-1)^v\ ch\ (2v+1)nh_i}{(2v+1) * ch\ (2v+1)nh}\right|\ln n\ |\sin nx| +$$

$$+O\left(\frac{1}{ch\ nh}\right).. \qquad (28)$$

Список використаних джерел:

1. Никольский С.М. Асимптотическая оценка остатка при приближении интерполяционными тригонометрическими полиномами / С.М. Никольський // ДАН СССР, - 1941.-31. №3.-с.215-218.

2. Сорич В.А. Сумісне наближення періодичних аналітичних функцій та їх узагальнених похідних інтерполяційними тригонометричними многочленами / В.А. Сорич, Н.М. Сорич, А.В. Сорич// Вісник Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки.- Вип.2.-Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський нац. ун-т, 2009.- С.95- 104.

3. Степанец А.И. Равномерные приближения тригонометрическими полиномами / А.И. Степанец. – К.: Наук. думка, 1981, – 340 с.

4. Зигмунд А. И. Тригонометрические ряды в 2 т. / А. Зигмунд. - М.: Мир, 1925. – т.1. – 615с.

5. Степанец А.И. Методы теории приближения: в 2 ч. /А. И. Степанец. – К.: Ин-т математики НАН Украины, 2002. – ч.2//.- 468 с.

6. Третяк О.А. Найкраще сумісне наближення класів функцій, що аналітично продовжуються в смугу /О. Третяк// Зб. матеріалів наук. досл. аспірантів та магістрантів Кам'янець-Подільського держ. ун-ту. фізико-математичні науки. — Вип.4. – Кам'янець-Подільський, 2007. - с.95-99.

Asymptotic equations are established for approximations by interpolation polinomials of linear combinations of functions that allow an analitic continuationin a fixed band of a complex plane, and their derivatives in the sense of Stepanets.

***Key words**: linear combination, Dirikhlet kernel,* $(\psi;0)$*- derivatives, interpolation trigonometric polynomial.*

УДК 373.5.016:53

Форкун Н.В., аспірант

УПРАВЛІННЯ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ УЧНІВ З ФІЗИКИ ЧЕРЕЗ ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЕКТІВ

У статті описано особливості здійснення управління навчально-пізнавальною діяльністю учнів у процесі навчання механіки в старшій школі в аспекті компетентнісного підходу.

***Ключові слова:** управління навчально-пізнавальною діяльністю, результативне навчання, проект, механіка, старша школа, компетентнісний підхід.*

Постановка проблеми. Багатьом учням фізика здається нелегкою і малозрозумілою, тому вони часто намагаються запам'ятати закони, правила, формули, закономірності не розуміючи їх суті, а це призводить до формалізму в знаннях, гальмує подальше розуміння нового матеріалу. Крім того, якщо учень упевнений, що його майбутнє не буде пов'язано з фізикою, а він є гуманітарієм, то він буде переконувати себе, що знання з фізики йому не потрібні і їх не варто здобувати. Однак, якщо вчитель зуміє переконати учня в тому, що фізика – цікава і корисна наука, знання якої знадобляться в повсякденному житті, то учень буде вивчати фізику з цікавістю.

Якість освіти у даному випадку збільшується за рахунок активної діяльності учнів з використанням інноваційних прийомів, методик управління пізнанням. Отже, вивчення вказаної проблеми – актуальна тематика розвитку і оновлення змісту фізичної освіти з точки зору якісного результативного навчання учнів старшої школи.

Аналіз актуальних досліджень. Питаннями удосконалення змісту та якості фізичної освіти займаються учені дослідники П.С. Атаманчук, С.П. Величко, О.І. Іваніцький, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко, В.Д. Сиротюк, В.П. Сергієнко та інші.

Якісна організація навчального процесу з фізики визначає високу ефективність навчального процесу [4, с.14]. Правильний вибір тих чи інших організаційних форм дозволяє найефективніше реалізувати основні завдання навчально-виховного процесу з фізики в старшій школі. Вибір вчителем конкретної форми організації навчального процесу з фізики здійснюється з урахуванням теми заняття, мети, віку учнів, рівня їх розвитку, кваліфікації вчителя, якості обладнання кабінету та ін.

Мета статті. Теоретично обґрунтувати та вказати шляхи використання управлінських впливів у навчанні механіки в старшій школі.

Виклад основного матеріалу. У будь-якому навчанні досягнення прогнозованих результатів забезпечується такими управлінськими впливами: психологічна установка, залучення до діяльності, навіювання відношень [1, 2]. Розглянемо суть висхідних понять. Із поняттям «установка» зустрічаємося в дослідженнях Д.Н. Узнадзе [6]. Концепція особистості Д.Н. Узнадзе будується на понятті «установки», яку він вважав головним психічним утворенням. Установка вважається основним регулятивним механізмом поведінки людини, визначаючи його спрямованість і виборчу активність.

Установка, за визначенням В.І.Слобочикова та Є.І.Ісаєва, являє собою готовність, схильність певним чином сприймати, розуміти, аналізувати об’єкт або діяти з ним у відповідності з минулим досвідом або під впливом стереотипів.

Дослідники П.Я. Гальперін, Н.Ф Тализіна [7] вказують, що установка це – готовність до певної активності, яка сформована на підсвідомому рівні.

Для виникнення установки досить двох елементарних умов – певної актуальної потреби в учня і ситуації її задоволення. Щоб забезпечити цей процес необхідно виконати умову: підсильність задач $\rightarrow$ приведення їх у відповідність пізнавальних можливостей і пізнавальних потреб учнів.

«Залучення» учня до активної пізнавальної діяльності є основою переходу на пошуково-креативні технології в процесі навчання [1, 3]. Крім того, коли в роботі використовуємо схему «залучення» необхідно враховувати пізнавальні можливості та пізнавальні потреби учнів, інакше бажаного ефекту і позитивного результату не одержимо.

Практика доводить, що дієві знання, а також експериментальні вміння формуються через належне навіювання відношень до об'єкта пізнання.

Метод навіювання – це комплекс способів інформаційної дії на психіку людини, пов'язаної із зниженням логічності і критичності мислення і сприйняття установок, вимог на підсвідомому рівні.

Отже, підсумовуючи вищесказане, ми вважаємо, що успіх у навчанні є наслідком вдалих управлінських дій. Ми вбачаємо широкий спектр можливостей у здійсненні управління навчально-пізнавальною діяльністю з фізики через використання навчальних проектів. У програмах з фізики зазначено, що ефективним засобом формування предметної й ключових компетентностей учнів у процесі навчання фізики є навчальні проекти.

Виконання навчальних проектів передбачає інтегровану дослідницьку, творчу діяльність учнів, спрямовану на отримання самостійних результатів за консультативної допомоги вчителя. Учитель здійснює управління такою діяльністю і спонукає до пошукової діяльності учнів, допомагає у визначенні мети та завдань навчального проекту, орієнтовних прийомів дослідницької діяльності та пошук інформації для розв'язання окремих навчально-пізнавальних задач.

Збагачення змісту освіти, забезпечення зв'язку з життям, залучення особисто важливої для дитини інформації, залучення її інформаційної сфери, організація навчальної діяльності не тільки на рівні відтворення знань, умінь і навичок, але й на творчому рівні, має сприяти формуванню компетентності учнів.

Традиційними педагогічними технологіями, неможливо продуктивно формувати компетентності учнів. Саме тому перед сучасним вчителем постає завдання пошуку можливостей органічного поєднання та взаємоузгодження традиційних методів реалізації навчального процесу з новими методами та технологіями його інтенсифікації й активізації, що забезпечують формування необхідних якостей майбутнього випускника, студента та фахівця. Однією з найсучасніших інноваційних технологій є STEM-освіта. STEM-освіта – це низка чи послідовність курсів або програм навчання, яка готує учнів до успішного працевлаштування, до освіти після школи або для того й іншого, вимагає різних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять [5].

Серед методів навчання в STEM-освіті особливе місце займають методи проектно-орієнтованого навчання, які залучають учнів до процесу формування компетентностей за допомогою дослідницької діяльності.

Висновки. Використання навчальних проектів з можливістю реалізації коригуючих та управлінських впливів створює оптимальні умови для здійснення результативного навчання учнів старших класів, ліквідації прогалин у їх знаннях та недопустимість формування хибних знань у кожного зокрема.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Дидактичне забезпечення семінарських занять з курсу «методика навчання фізики» (загальні питання): навчально-методичний посібник/ П.С.Атаманчук, О.М.Семерня, Т.П. Поведа. – Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010. – 392 с.

2. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики/ П.С.Атаманчук. – Кам’янець-Подільський: К-ПДПІ, інформаційно-видавничий відділ, 1999. – 174 с.

3. Атаманчук П.С., Семерня О.М. Моделювання пізнавальної діяльності студентів через управлінські впливи з методики навчання фізики/ П.С. Атаманчук, О.М. Семерня// 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 імені Івана Огієнка, 2011. – Вип.17: Інноваційні технології управління компетентнісно-світоглядним становленням учителя: фізика, технології, астрономія. – С. 11.

4. Методика навчання фізики у старшій школі: навч. посіб./ [В. Ф. Савченко, М. П. Бойко, М. М. Дідович та ін.]; за ред. В. Ф. Савченка. – К.: ВЦ «Академія», 2011. – 296 с. – (Серія «Альма-Матер»).

5. Stem-освіта [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://imzo.gov.ua/stem-osvita/

6. Узнадзе Д.Н. Психологические исследования. – М.: Наука, 1966. – С. 150-290.

7. Управление познавательной деятельностью учащихся: Сб.статей под ред. П.Я. Гальперина и Н.Ф Талызиной. – Моск. гос. ун.-т. – М.: МГУ, 1972. – с.23-38.

8. Шаталов В.Ф. Эксперимент продолжается/ В.Ф. Шаталов. – М.: Педагогика, 1989. – 334 с.

The article describes the features of the management of by educational cognitive activity in teaching mechanics in high school.

***Key words**: management of educational-cognitive activity, supporting compendia, effective learning, mechanics, high school.*

УДК 378.016:53

Чорна О.Г., кандидат педагогічних наук, старший викладач

ФОРМУВАННЯ ФАХОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ВІДПОВІДНО ДО ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ СПЕЦІАЛЬНОСТІ

Проаналізовано та розкрито аспекти підготовки з охорони праці магістрів за освітньо-професійною програмою зі спеціальності 015 Професійна освіта (Охорона праці) у процесі вивчення навчальних дисциплін професійної підготовки.

***Ключові слова**: охорона праці, освітньо-професійна програма, фахові компетентності, фахівець з охорони праці.*

Охорона праці як галузь теоретичної та практичної діяльності включає такі напрями підготовки: правові та організаційні питання; гігієна праці та виробнича санітарія; безпека виробництва; пожежна безпека на виробництві. Саме тому при підготовці студентів освітнього ступеня «магістр» спеціальності 015 Професійна освіта (Охорона праці) охоплюється весь спектр зазначених проблем, вирішення яких покладається на фахівця з охорони праці.

Виходячи з цього, в освітньо-професійній програмі (ОПП) на другому рівні вищої освіти в межах спеціальності 015 Професійна освіта (Охорона праці) визначено вимоги до рівня освіти студентів, перелік навчальних дисциплін і логічну послідовність їх вивчення, кількість кредитів ЄКТС, необхідних для виконання цієї програми, а також очікувані результати навчання (компетентності), якими повинен оволодіти здобувач відповідного ступеня вищої освіти. Результатом навчання є формування інтегральних, загальних і спеціальних (фахових, предметних) компетентностей:

Інтегральна компетентність: здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в галузі охорони праці, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності: здатність проведення досліджень на високому рівні; здатність генерувати нові ідеї (креативність); здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; здатність розробляти та управляти проектами; здатність спілкуватися з нефахівцями своєї галузі (з експертами з інших галузей); здатність працювати автономно; здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт; здатність працювати в міжнародному контексті [1].

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності: здатність щодо вирішення завдань в рамках професійних компетенцій щодо аналізу й оцінки небезпечних і шкідливих факторів, що супроводжують трудову діяльність; здатність забезпечувати ефективне управління охороною праці з урахуванням особливостей технологічних процесів різних галузей; здатність вирішувати професійні завдання з охорони праці з обов'язковим урахуванням міжнародних та державних вимог зі створення та функціонування системи управління охорони праці на рівні установи; здатність до оцінювання стану електроенергетичних об'єктів за даними оперативно-інформаційних комплексів та аналізу технологічного процесу проектування електро-радіотехнічних мереж; ефективного енерговикористання та визначення заходів зі зменшення втрат енергії, пересилання, розподілу і використання енергії; визначення принципів захисту електро-, радіоустановок; використання контрольно-вимірювальних приладів і оперативно-інформаційних комплексів; здатність до регулювання відносин між керівником і працівником щодо реалізації прав на здоров'я і безпечні умови праці, пільг і компенсацій за роботу в несприятливих умовах; встановлювати ступінь шкідливості та небезпечності праці за гігієнічною класифікацією; обґрунтовувати віднесення робочого місця до категорії зі шкідливими умовами праці; визначати права працівників на пільги; здійснювати аналіз реалізації заходів, спрямованих на оптимізацію рівня гігієни та безпеки праці; здатність на практиці здійснювати ефективну професійну взаємодію, що сприяє вирішенню широкого спектру завдань (психолого-педагогічних, соціальних) у сфері безпеки життєдіяльності та охорони праці; усвідомлювати сутність процесу із забезпечення діяльності щодо безпеки працівників та її ресурсної бази; здатність бачити різноманіття організацій із забезпечення діяльності з охорони праці; розібратися в специфіці різних установ, організацій безпекового профілю; пізнати їх функції та структуру; познайомитися з їх базою, основними напрямками роботи. Знайомство студентів з фахівцями з охорони праці, з їх функціональними обов'язками і професійними вимогами; здатність до усвідомлення теоретичних та методичних основ стандартизації, метрологічного забезпечення виробництва та екологічних організацій; до організації державного нагляду за стандартами і засобами вимірювань, міжнародної діяльності зі стандартизації у сфері охорони довкілля; здатність оцінювати небезпеку промислових відходів та сучасний стан проблеми промислових відходів; виявлення джерел утворення відходів; здатність забезпечити контроль за усуненням виявлених порушень вимог норм і правил з охорони праці, виробничої санітарії, протипожежного стану та охорони навколишнього середовища у проектах будівництва для приведення їх у відповідність з чинними нормами та правилами; розробляти та оформляти експертні висновки, протоколи узгодження для застосування заходів щодо усунення порушень; організувати проведення контролю за дотриманням порядку зберігання, транспортування, використання і обліку отруйних, шкідливих та вогненебезпечних речовин; організувати введення в експлуатацію нових і реконструйованих об'єктів; спроможність: до обґрунтування, забезпечення та реалізації у повному обсязі заходів колективної та особистої безпеки персоналу і населення; забезпечення якісного навчання працівників з питань цивільного захисту, надання допомоги та консультацій працівникам з практичних питань захисту у надзвичайних ситуаціях; обґрунтовування необхідних заходів, засобів і ресурсів для подолання наслідків надзвичайних ситуацій, організацію виконання рятувальних, відновлювальних робіт відповідно до майбутнього фахового призначення; продукування управлінських рішень у сфері цивільного захисту з визначенням джерел фінансового та іншого виду забезпечення; здійснювати оцінку впливу рішень, що приймаються [1-3].

Навчальний план, складений відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра за напрямом 015 Професійна освіта (Охорона праці) включено дисципліни, які розглядають:

1) теоретичні, нормативні та організаційні основи охорони праці (наприклад, навчальна дисципліна «Державне та галузеве управління охороною праці та техногенною безпекою», під час вивчення якої формується здатність вирішувати професійні завдання з охорони праці з обов'язковим урахуванням

міжнародних та державних вимог зі створення та функціонування системи управління охорони праці на рівні установи, організації, підприємства);

2) проблему захисту працюючих і навколишнього середовища від небезпечних і шкідливих виробничих факторів (наприклад, навчальна дисципліна «Метрологічні стандарти та ергономіка в організації охорони праці», під час вивчення якої формується здатність до усвідомлення теоретичних та методичних основ стандартизації, метрологічного забезпечення виробництва та екологічних організацій; до організації державного нагляду за стандартами і засобами вимірювань, міжнародної діяльності зі стандартизації у сфері охорони довкілля);

3) проблеми безпеки виробництва, його технологічних процесів та обладнання (як приклад навчальна дисципліна «Безпека сучасних виробничих технологій», під час вивчення якої формується здатність щодо вирішення завдань в рамках професійних компетенцій щодо аналізу й оцінки небезпечних і шкідливих факторів, що супроводжують трудову діяльність. Здатність забезпечувати ефективне управління охороною праці з урахуванням особливостей технологічних процесів різних галузей);

4) питання вимог пожежної безпеки працюючих та виробничих об’єктів на стадіях реконструкції та експлуатації (як приклад навчальна дисципліна «Цивільний захист та техногенна безпека», під час вивчення якої формується здатність вирішувати професійні завдання з урахуванням вимог цивільного захисту та володіти головними професійними компетенціями для забезпечення реалізації поставлених завдань, спроможність до обґрунтування, забезпечення та реалізації у повному обсязі заходів колективної та особистої безпеки персоналу і населення; забезпечення якісного навчання працівників з питань пожежної та техногенної безпеки) [1, 2].

Крім вивчення теоретичних дисциплін під час лекцій, лабораторних та практичних занять, виконання індивідуальних науково-дослідних завдань, професійна підготовка фахівців з охорони праці включає також проведення виробничої (технологічної) практики.

Отже, загальні вимоги до якостей випускників даного напряму підготовки реалізуються на основі системи набутих загальних і спеціальних (фахових, предметних) компетентностей для: здійснення виробничих функцій; вирішення завдань професійної та соціальної діяльності; розв’язання складних задач і практичних проблем у галузі освіти або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог; забезпечення здатності випускника здійснювати професійну діяльність на первинній посаді одразу після закінчення терміну навчання.

Список використаних джерел:

1. Зацарний В.В. Підготовка фахівців з охорони праці в Україні / Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університета : зб. наук. пр. / міністерство освіти і науки україни, ХНАДУ. – Х., 2012. С. – 33-37.

2. Освітньо-професійної програми «Охорона праці» щодо підготовки фахівців з вищою освітою за спеціальністю 015 Професійна освіта (Охорона праці). – Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2017.

3. Основи охорони праці: [Навч. посібник] / П. С. Атаманчук, В. В. Мендерецький, О. П. Панчук, О. Г. Чорна. – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 224 с.

The aspects of preparation of the Masters of Occupational Safety at the specialty 015 Vocational Education (Occupational Safety) in the process of studying of training subjects of professional training are analyzed and solved.

***Key words**: labor protection, educational-professional program, professional competence, specialist in labor protection.*

УДК 519.6

Щирба В. С., кандидат фізико-математичних наук, доцент,
Венгер Н. В., студент

ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ З РОЗРІДЖЕНИМИ ДАНИМИ

У роботі розглядається проблема обробки розрідженої інформації надвеликого об’єму, що досліджується в прикладних математичних моделях.

***Ключові слова**: розріджена матриця, алгоритми одробки розріджених матриць.*

При чисельному моделюванні, наприклад, при використанні тривимірних моделей часто виникають розрахункові (дискретні або напівдискретні) задачі з надвеликою кількістю рівнянь, яка може перевищувати 10^7. Причому дані (зазвичай двохвимірні таблиці, матриці) цих задач мають розріджену структуру, тобто кількість ненульових елементів значно менша (не перевищує 5%) загальної кількості елементів матриці. Зберігання таких даних, незважаючи на розрідженість, потребує значних обсягів комп'ютерної пам'яті, які можуть перевищувати 1 Tb. Зростання параметрів задач, що розв'язуються, розрахунок на комп'ютерах більш повних моделей об'єктів, процесів, явищ вимагає відповідного зростання потужності комп'ютерів. Вимоги до високопродуктивних обчислень набагато випереджають можливості персональних комп'ютерів, навіть незважаючи на багатоядерність процесорів.

Незважаючи на досить довгий період дослідження технологій обробки розріджених даних, формального означення розрідженої матриці не прийнято. Як правило, розрідженою вважають матрицю, яка містить велику кількість нулів. Існують різні думки щодо того, наскільки великою повинна бути ця кількість: більше половини, більше третини тощо.

На нашу думку, з позицій інформатики заслуговує на увагу поняття розрідженої матриці, як матриці, для якої використання алгоритмів, що враховують наявність нулів, дозволяє досягти економії машинного часу і пам'яті в порівнянні з традиційними алгоритмами.

У середовищі фахівців [1, с.112], робота яких пов'язана з дослідженням розріджених масивів, у обігу широко вживають два терміни: логічний і фізичний масиви. Логічний масив є уявним, фігурує тільки у математичних записах і графічних представленнях, а фізичний – фактично існує тільки в програмі. Наприклад, якщо певна електронна схема описується топологічною матрицею (суміжності чи інцидентності) розміром 100×5000 елементів, то логічний масив складатиметься з такої ж самої кількості елементів навіть у тому разі, якщо цей масив у програмі фізично не існує. Якщо у цій матриці фактично використовуються тільки 100 елементів, то саме вони і займатимуть фізичну пам'ять комп'ютера.

Поодинокі елементи чи навіть структури (записи), які зберігаються у звичайному масиві (чий індекс є аналогом ключа), можуть бути знайдені дуже швидко і без будь-яких порівнянь. Якщо відомо ключ (тобто індекс масиву), розмір запису і початкову адресу масиву, то адресу потрібного запису обчислюємо за допомогою множення і додавання. Зазвичай, це питання стає цікавим тільки тоді, коли нам потрібно зберігати значну кількість записів.

Отже, виникає задача збереження розріджених матриць в упакованих форматах, без нулів. Існує декілька схем зберігання розріджених матриць [1, 2].

Більшість питань, які виникають у програмістів під час обробки матриць великих розмірів, стосуються реалізації механізму індексування елементів масивів. У процесі розроблення таких програм вигідним є усунення витрат пам'яті не тільки для їх зберігання, але й для здійснення ефективного пошуку потрібного елемента.

Очевидно, що будь-яку розріджену матрицю можна обробляти як звичайну, і навпаки. При вірній реалізації алгоритмів в обох випадках будуть отримані правильні результати, однак обчислювальні затрати будуть суттєво відрізнятися. Тому приписування матриці властивості розрідженості еквівалентно твердженню про існування алгоритму, який використовує її розрідженість і такого, що роблять операції з нею ефективнішими порівняно зі стандартними алгоритмами.

Деякі алгоритми, тривіальні для випадку звичайних матриць, в розрідженому випадку вимагають більш ретельного підходу. В багатьох алгоритмах обробки розріджених матриць можна виділити два этапи: символічний і числовий. На символічному етапі формується портрет результуючої матриці (тобто, визначаються місця ненульових елементів в структурі матриці); на числовому етапі визначаються значення ненульових елементів результуючої матриці. В ролі прикладу типових операцій з розрідженими матрицями розглянемо алгоритм множення розрідженої матриці на вектор.

Існують різні формати зберігання розріджених матриць. Одні призначені для зберігання матриць спеціального виду (наприклад, стрічкових), інші забезпечують роботу з матрицями загального виду[10].

Напевно, найбільш очевидним способом зберігання довільної розрідженої матриці є координатний формат (схема Кнута): зберігаються тільки ненульові елементи матриці, і їх координати (номери рядків і стовбців). При даному підході зберігання матриці А можна забезпечити в трьох одномірних масивах:

- масив ненульових елементів матриці А (позначимо його як values);
- масив номерів рядків матриці А, які відповідають елементам масиву values (позначимо його як rows);
- масив номерів стовбців матриці А, які відповідають елементам масиву values (позначимо його як cols);

Даний спосіб представлення називають повним, оскільки представлена вся матриця А, і невпорядкованим, оскільки елементи матриці можуть зберігатися в довільному порядку.

В ролі прикладу розглянемо розріджену матрицю

$$A=\begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & -3 & 0 \\ -2 & 5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 6 & 4 \\ -4 & 0 & 2 & 7 & 0 \\ 0 & 8 & 0 & 0 & -5 \end{bmatrix}$$

яка може бути представлена в координатному форматі як

values=(1, -1, -3, -2, 5, 4, 6, 4, -4, 2, 7, 8, -5);

rows=(1, 1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 5, 5);

cols=(1, 2, 4, 1, 2, 3, 4, 5, 1, 3, 4, 2, 5).

За схемою Кнута значення ненулевих елементів зберігаються в довільному порядку у деякому лінійному масиві N. Інформацію про розташування цих елементів у топологічній матриці розміщують у двох додаткових такої ж розмірності лінійних масивах I та J.

Тепер стає зрозумілим, чому іноді під розрідженою матрицею розуміють двохвимірний масив, у якого кількість ненулевих елементів не перевищує третини усіх її елементів.

Схема Кнута дозволяє побудувати прості алгоритми кодування та декодування розрідженої інформації, транспонування матриці, домноження її на скаляр, обчислення векторного чи скалярного добутку векторів-рядків та добутку матриць.

Хоча багато математичних бібліотек підтримують матрично-векторні операції в координатному форматі, даний формат забезпечує повільний доступ до елементів матриці, і є затратним по використаній пам'яті. В розглянутому прикладі надлишковіть по пам'яті певним чином проявляється в масиві rows, в якому рядкові координати зберігаються неоптимальним способом.

Розглянемо більш економні формати зберігання. Розріджений рядковий формат - це одна з найбільш широко використовуваних схем зберігання розріджених матриць. Ця схема пред'являє мінімальні вимоги до пам'яті і в той же час виявляється дуже зручною для декількох важливих операцій над розрідженими матрицями: додавання, множення, перестановок рядків і стовбців, транспонування, розв'язання лінійних систем з розрідженими матрицями коефіцієнтів як прямими, так і ітераційними методами і т. д.

У відповідності зі схемою зберігання матриці A, яка розглядається, потрібно три одномірних масиви:

- масив ненульових елементів матриці A, в якому вони перераховані по рядкам від першої до останньої (позначимо його знову як values);

- масив номерів стовбців для відповідних елементів масиву values (позначимо його як cols);
- масив вказівників позицій, з яких починається опис чергового рядка (позначимо його як pointer). Опис k-го рядка зберігається в позиціях з pointer[k]-ї по (pointer[k+1]–1)-у масивів values і cols. Якщо pointer[k]=pointer[k+1], то k-й рядок порожній. Якщо матриця A складається з n рядків, то довжина масиву pointer буде n+1.

Даний спосіб представлення також є повним, і впорядкованим, оскільки елементи кожного рядка зберігаються у відповідності зі зростанням індексів стовбців.

$$A=\begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & -3 & 0 \\ -2 & 5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 6 & 4 \\ -4 & 0 & 2 & 7 & 0 \\ 0 & 8 & 0 & 0 & -5 \end{bmatrix}$$

Для прикладу розглянемо представлення цієї матриці в розрідженому рядковому форматі:

values=(1, -1, -3, -2, 5, 4, 6, 4, -4, 2, 7, 8, -5);

cols=(1, 2, 4, 1, 2, 3, 4, 5, 1, 3, 4, 2, 5);

pointer=(1, 4, 6, 9, 12, 14).

Очевидно, що об’єм пам’яті, потрібний для збереження вектора pointer, значно менше, ніж для збереження вектора rows. Більше того, розріджений рядковий формат забезпечує ефективний доступ до рядків матриці; доступ до стовбців все рівно ускладнений. Тому доцільно використовувати цей спосіб зберігання в тих алгоритмах, в яких переважають рядкові операції.

Інколи буває зручно використано повний невпорядкований спосіб збереження, при якому всередині кожного рядка елементи можуть зберігатися в довільному порядку. Результати багатьох матричних операцій отримуються невпорядкованими, і впорядкування може бути вельми затратним. В той же час, багато алгоритмів для розріджених матриць не вимагають, щоб представлення було впорядкованим.

У випадку, якщо оброблювана матриця симетрична, достатньо зберігати лише її верхню трикутну підматрицю. При цьому для збереження можна використовувати будь-який із розглянутих форматів.

Реалізація матричних операцій є тривіальною у випадку щільної або стрічкової матриці, та не настільки очевидна для розріджених матриць, які зберігаються в одному з економних форматів.

Наприклад, для виконання матричного множення розріджених матриць необхідно виконати наступне:

1. Реалізувати транспонування розрідженої матриці і застосувати його до матриці B.
2. Ініціалізувати структуру даних для матриці C, забезпечити можливість її поповнення елементами.
3. Послідовно перемножити кожен рядок матриці A на кожний з рядків матриці B^T, записуючи в C отримані результати і формуючи її структуру.

Ще один непростий момент: в процесі обчислення скалярного добутку на папері (в точній арифметиці) може бути отримано нуль, причому не тільки в тому випадку, коли при співставленні векторів відповідній одна одній пар не виявилось, але й просто як звичайний результат. В арифметиці з плаваючою крапкою нуль може бути отриманий ще й в зв'язку з обмеженнями на представлення чисел і похибкою обчислень (див. стандарт IEEE-754). Нулі, отримані в процесі обчислень, можна як зберігати в матриці C (в векторі values у відповідній позиції), так і не зберігати; обидва підходи мають право на існування.

Список використаної літератури:

1. Воеводин В. В. Матрицы и вычисления / В. В. Воеводин, Ю. А. Кузнецов. – Москва: Наука, 1984. – 428 с.
2. Глушакова Т. Н. Методы работы с разреженными матрицами произвольного типа / Т. Н. Глушакова, М. Е. Эксаревская. – Воронеж: Воронежский гос. ун-т, 2005. – 44 с.

The paper deals with the problem of processing of sparse information of excessive volume, which is investigated in applied mathematical models.

***Key words**: sparse matrix, algorithms for the expansion of sparse matrices.*

ВІСНИК
КАМ’ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
імені Івана Огієнка
Фізико-математичні науки
Випуск 11

Здано в набір 29.12.2018. Підписано до друку 28.12.2018.
Формат 60х84/16. Гарнітура Times. Умов. друк. арк. 8,3
Обл. вид. арк. 8,3. 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.