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 8

Кам’янець-Подільський

2015

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 № 13 від 24 грудня 2015 р.).

Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки. - Випуск 8. - Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2015. – 132 с.

ЗМІСТ

УДК 378.011.3-051:53

Атаманчук П.С., доктор педагогічних наук, професор
Ніколаєв О.М., кандидат педагогічних наук, доцент

ЯКІСТЬ НАВЧАННЯ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ

Стаття присвячена дослідженню та вирішенню проблеми управління в забезпеченні компетентнісного та світоглядного становлення майбутніх вчителів на основі принципів особистісно орієнтованого навчання.

Ключові слова: *особистісно орієнтоване навчання, освітній прогноз, об'єктивний контроль, управління, методика навчання, менеджмент якості навчання, результативність, компетентність, світогляд, педагогічне кредо.*

З давніх часів задача управління результативністю навчання і надійністю формування ціннісних якостей індивіда була, є і буде залишатися однією з найактуальніших. Такий феномен проблеми пояснюється тим, що її рішення досить слабко піддається алгоритмізації і завжди (на будь-якому етапі розвитку цивілізації) та пов'язане з багатоаспектністю самого процесу навчання. Ситуація схожа до відомої одвічної дилеми «Бути чи не бути?».

Відзначимо відразу, що формування найвищих рівнів професійних компетентностей і світогляду (вміння, навички, переконання, готовність до вчинку, звичка, авторське педагогічне кредо) може відбуватися тільки внаслідок остаточного і категоричного подолання в навчанні таких негативних явищ, як догматизм, формалізм, консерватизм та ін.

Відповідно до основних принципів компетентнісного підходу виникає необхідність в новому розумінні сутності предметної підготовки, у виявленні умов, при яких здобуття предметних знань органічно включено в процес формування професійної компетентності вчителя. Разом з тим реалізація компетентнісного підходу у професійній підготовці вчителя вимагає істотних коректив змісту і процесу спеціальної предметної підготовки. Пріоритетного і принципового значення набуває поняття результату навчання, яке означає сукупність необхідних знань, умінь, відносин і досвіду; за цим визначенням результати навчання нерозривно пов'язані з поняттям компетентність. Орієнтація на результат навчання призводить до переосмислення і перегляду традиційного поняття кваліфікація, яке починає безпосередньо асоціюватися з тими компетентностями, які є у людини, і які вона зможе ефективно використовувати у майбутній трудовій діяльності. Досить детально у державному документі «Національна рамка кваліфікацій» [4] якраз напведено системний і структурований опис офіційних державних кваліфікацій у професійній діяльності.

Проблему результативного навчання слід трактувати як науку про оптимізацію і закономірності організації, контролю та управління такою навчально-пізнавальною діяльністю, предмет якої співвідноситься з процесами заданості корисних установок, прогнозованим ступенем обізнаності, власною системою цінностей, професійною компетентністю. Якщо ж зазначену проблему розглянути з позицій компетентнісного підходу [1,2,5] (компетенція трактується як потенційна міра інтелектуальних, духовно-культурних і креативних можливостей індивіда; компетентність – як виявлення цих можливостей через дію: вирішення проблеми (завдання), креативна діяльність, створення проекту, відстоювання точки зору і т.д.), то цей процес прогнозується як цілісний цикл. І вже на підставі осмислення факту невідворотності протікання (а, отже, і певною мірою результативності) процедури формування предметних і професійних компетентностей, як завершеного циклу приходимо до єдиного висновку про те, що в основі менеджменту якості підготовки фахівців має бути діяльність по застосуванню предметних і професійних компетентностей у змодельованих і реальних професійних умовах (ця діяльність і є засобом виявлення ступеня придбаних індивідом компетентностей, іншими словами - показником досягнення прогнозованих результатів навчання). Тільки об'єктивний контроль результатів навчання і реальне управління (прогнозування, зіставлення, коригування, регулювання) процедурою формування компетентностей здатні забезпечити адекватність і якість професійного становлення майбутнього вчителя.

Сьогодні нами точно встановлено, обгрунтовано і доведено такі технологічні та методичні можливості:

– побудови освітнього прогнозу і розробки структурно-логічної схеми змісту моделі освіти;

– створення схеми-матриці цільової навчальної програми та використання її як засобу цілеорієнтації для відповідної освітньої моделі навчання;

– системи результативного управління навчально-пізнавальною діяльністю, що обслуговується різними галузями знань (психологія, педагогіка, нейрофізіологія, кібернетика, філософія і т.д.), яка проявляється в поступовому перекладі цього процесу в режим саморегульованого протікання;

– створення освітнього (навчального) середовища в навчанні як феномена зумовлюється адресною інформаційно-технологічної, матеріально-технічною та ресурсно-кадровою підтримкою навчально-пізнавальної діяльності і т.д.

Рівень компетентності ми у своїх дослідженнях визначаємо і як ступінь досягнення мети, і як стимул діяльності, і як критерій оцінки, і як ціннісні досягнення особистості (таблиця 1).

Таблиця 1

Компетентнісні характеристики особистості

Рівень	Ознаки компетентності	Позначення	Ціннісні новоутворення (компетентності)
Нижчий	Завчені знання	ЗЗ	Учень (студент) механічно відтворює зміст пізнавальної задачі в обсязі та структурі її засвоєння
	Наслідку-		Учень (студент) копіює головні моторні чи

	вання	НС	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
Оптима-льний	Повне володіння знаннями	ПВЗ	Учень (майбутній спеціаліст) не тільки розуміє головну суть пізнавальної задачі, а й здатний відтворити весь її зміст у будь-якій структурі викладу
Вищий	Навичка	Н	Учень (студент) 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 в ході контролю)
	Уміння застосо-вувати знання	УЗЗ	Здатність свідомо застосовувати набуті знання в нестандартних навчальних ситуаціях (творче перенесення)
	Переко-нання	П	Міра обізнаності незаперечна для особистості, яку вона свідомо долучає у свою життєдіяльність, в істинності якої вона впевнена та готова її обстоювати, захищати в рамках дії механізму діалектичного сумніву (нові наукові факти можуть скоригувати точку зору, яка обстоювалась)
	Звичка	Зв.	Автоматизована поведінкова дія, що виступає психологічним елементом структури вчинку

Дія механізму формування прогнозованих знань [1,2,5] в особистісно-орієнтованому навчанні зводиться до поступового та гарантованого підвищення рівня обізнаності в рамках п'яти можливих рівнів навчально-пізнавальних досягнень: буденні знання, нижчого, оптимального, вищого, об'єктивно-нового наукового знання.

Наші дослідження переконливо доводять, що якщо репродуктивна активність студентів під час вивчення природничо-технологічних дисциплін ще якось здатна себе проявляти на раціонально-логічному рівні пізнавальної діяльності, то пошукова та креативна активність немислима без поєднання обох сторін пізнавального акту - раціонально-логічного та емоційно-ціннісного (духовного). Тільки в результаті такого поєднання впливів на активність студента в навчанні є шанс формувати його обізнаність, починаючи з рівня повсякденних знань і закінчуючи відповідним вищому рівню компетентністю та світоглядом.

Інноваційні технології компетентнісного становлення майбутнього вчителя формувалися в ході їх впроваджень в діяльності вищих навчальних закладів України і одночасно проходили серйозну експертизу в ході виконання спільних проектів кафедри методики викладання фізики та дисциплін технологічної освітньої галузі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка з відповідними міжнародними структурними підрозділами: Технічним університетом - Варна (Болгарія - з 2011 р); Московським державним університетом технологій і управління (Російська Федерація - з 2010 р); Калузьким державним педагогічним університетом імені К.Е. Ціолковського (Російська Федерація - з 2013 р); Міжнародним академічним товариством імені Михайла Балудянського (Словаччина - з 2010 року); Молдавським державним університетом (Молдова - з 2012р.).

Таким чином, можна констатувати, що впровадження цілісної дидактичної системи формування та становлення майбутнього вчителя на основі заданих особистісних цілеорієнтацій та пошуково-креативних схем навчання є найважливішим засобом методологічного, дидактичного та технологічного забезпечення цього процесу.

Список використаних джерел:

1. 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.
2. Атаманчук П.С. Управление процесом становлення будущего педагога. Методологические основы: Монография. – Издатель: Palmarium Academic Publishing ist ein Imprint der, Deutschland, 2014. – 137 р. (ISBN:978 - 3-639-84513-6; email: info@palmarium-publishing.ru).
3. Закон України «Про вищу освіту» : чинне законодавство (ОФІЦ. ТЕКСТ). – К.: Паливода А. В., 2014. – 100 с.
4. Національна рамка кваліфікацій // Освіта. – 2012. – № 1 – 2 (5488 – 5489). – С. 11 – 13.
5. Педагог-физик XXI века. Основы формирования профессиональной компетентности: Монография / [Атаманчук П.С., Никифоров К.Г., Губанова А.А., Мыслинская Н.Л.] — Калуга - Каменец-Подольский: изд. КГУ им.К.Э. Циолковского, 2014. — 268 с. (ISBN: 978–5–88725–341–1).

The article investigates and solving management problems in ensuring competency and ideological formation of future teachers on the basis of personality-oriented education.

Keywords: *personality oriented education, educational prediction objective control, management, methods of teaching, management education quality, efficiency, competence, vision, pedagogical credo.*

УДК 372.53

Білик Р.М., кандидат педагогічних наук, доцент

МЕТОДИ ОБ'ЄКТИВНОГО КОНТРОЛЮ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ»

У статті розглядається питання об'єктивного контролю навчальної діяльності студентів методом тестування. Вказуються переваги даної методики об'єктивного контролю навчальної діяльності студентів. Розгкривається класифікація тестів, короткий зміст та їх застосування.

Ключові слова*: тести; контроль; знання; уміння; метод; змістовий модуль; компетентність; навчання.*

На сучасному етапі розвитку освіти і педагогічної теорії досить актуальною як в теоретичному плані, так і в практичній діяльності є проблема перевірки та контролю навчальних досягнень учнів. На сьогодні в навчальному процесі сучасних закладах освіти, особливо загальноосвітньої школи і закладах професійно-технічного напрямку на зміну традиційним методам оцінювання і контролю знань та умінь учнів, які мають ряд недоліків і не дають очікуваного ефекту, широко впроваджується тестування навчальних досягнень учнів. Цей метод дає можливість повноцінно використати особистісно-орієнтований підхід при оцінюванні знань і умінь учнів і виявити при цьому компетентність суб'єкта навчання з тої чи іншої навчальної дисципліни.

Виявлення рівня знань студентів завжди був, і є важливим невід'ємним елементом навчального процесу, хоч і відношення до нього зазнає постійних змін внаслідок реформування стандартів сучасної освіти та наближення їх до європейських. Також зазнають змін окремі форми і методи перевірки та контролю знань, але головна їх суть залишається незмінна – оцінити, наскільки вдало відбувся процес засвоєння вивченого матеріалу, – залишається незмінною.

Сучасні освітні технології контролю і оцінювання навчальних досягнень у вищих навчальних закладах потребують також переходу до нових форм та методів контролю знань студентів, найкраще для цього підходить метод тестового контролю як найбільш оперативний, диференційований та стандартизований. Тестування навчальних досягнень студентів може проводитися як тематичне, так і підсумкове з матеріалу цілого змістового модуля при модульній формі навчання, що дає можливість замість модульної контрольної роботи (МКР) провести контроль і оцінювання знань і умінь студентів у вигляді модульного тестування.

На сьогодні існує дуже велика різноманітність тестових завдань в залежності від ознаки, що лежить в основі класифікації Розрізняють тести:

- *за призначенням*: навчаючі, контролюючі, діагностичні;
- *за дидактичною метою*: на відтворення матеріалу чи застосування знань в незнайомих ситуаціях;
- *за рівнем засвоєння матеріалу* (варіанти різних рівнів складності);

- *за видом перевірки* (попередній контроль, поточний контроль, підсумковий);
- *за логікою побудови* (тести-доповнення, тести-запитання, вибіркові, перетворення, знаходження помилок, комбіновані тест-сходинки);
- *за характером відповіді*: закриті (містять набір готових відповідей, одна з яких правильна) та відкриті (тестований самостійно дає відповідь).

Модульна контрольна робота, як правило проводиться письмово, завдання складаються у 2-ох чи 3-ох варіантах, в кожному з яких є три питання, які не мають можливість повністю охопити весь навчальний матеріал змістового модуля, і тим самим не дають повної адекватної оцінки навчальних досягнень студентів. Крім того МКР займає більше часу при її проведенні, і особливо багато під час перевірки результатів її виконання. Тому виходячи із вищезгаданого на сучасному етапі навчання МКР не влаштовує не тільки викладачів, а й самих студентів.

Не залежно від того який вид тестів ми використовуємо в своїй практичній діяльності їм притаманні наступні властивості: ***валідність тесту*** (відповідність тестових завдань навчальному матеріалу, що перевіряється, з врахуванням цілей його вивчення); ***надійність тесту*** (відповідність результатів тестових завдань дійсним знанням); ***вагома значимість тесту,*** яка відображається у кількості балів за кожне завдання. Однією з вимог до стандартизованих завдань тестів є лаконічність завдань (короткі і чіткі)

Впровадження тестування для перевірки і оцінки навчальних досягнень студентів з матеріалу, що розглядається в змістовому модулі має суттєві переваги перед МКР, а саме:

- тестові завдання більш високотехнологічні;
- вони можуть розроблятися, проводитися і перевірятися з використанням комп'ютерних технологій;
- тестування потребують значно менше часу на свою підготовку та перевірку, що дає змогу значно скоротити саму процедуру контролю знань, від його підготовки до перевірки і аналізу навчальних досягнень з матеріалу змістового модуля даної дисципліни;
- тестування значно підвищує пізнавальну діяльність студентів;
- сприяє розвитку у них аналітичного мислення,;
- позитивно пливає на концентрацію уваги студентів;
- дає можливість робити самостійні правильні висновки;
- дає змогу усунути неточності і неповноту у формуванні певних тверджень;
- процес перевірки і контролю знань і умінь студентів за допомогою тестування стає значно об'єктивнішим і не залежить від суб'єктивної думки особи, що перевіряє.

Але крім вищезгаданих переваг тестування має і ряд недоліків, зокрема:

- не всі необхідні характеристики засвоєння знань можна одержати під час проведення тестування;

- є ймовірність вибору відповідей навмання, або методом виключення;
- перевірка знань дає лише кінцеві результати, і не дає змоги простежити логіку мислення тестуючого.

Враховуючи переваги і недоліки тестових методів перевірки навчальних досягнень можна зробити висновок, що проведення модульної контрольної роботи у вигляді тестів є ефективнішим і прогресивнішим методом контролю і оцінювання знань і умінь студентів.

Як показує досвід найефективнішими в практичній діяльності є „закриті“ тестові завдання в котрих тестованому необхідно самостійно обрати правильну відповідь із декількох запропонованих варіантів та ***„відкриті”*** тести, варіант відповіді до котрих необхідно написати студенту самостійно. Друга форма тестів більш складніша, потребує більше часу як під самого розв’язування, так і під час перевірки результатів, і вона наближена більш до завдань МКР. Останній метод тестування краще застосовувати при підсумковому контролі навчальних досягнень студентів з всього матеріалу навчальної дисципліни.

Перша форма тестових завдань, як правило використовується під час проведення поточного та тематичного контролю знань та умінь студентів, за принципом вибору правильної відповіді, яка дає можливість простого діалогу викладача та особи, що вирішує тестові завдання у формі „запитання “ – „відповідь ”. Крім того, це дає змогу скоротити час, що відводиться на тестування та перевірку результатів, котрий може бути використаний викладачем та студентами для вирішення інших завдань навчального процесу.

Навчальними програмами Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка передбачено, що навчання з усіх дисциплін має проходити за кредитно-модульною системою. Згідно цих програм вивчення кожної навчальної дисципліни здійснюється засвоєнням студентами певної кількості кредитних модулів, в залежності від обсягу навчального матеріалу.

Аналізуючи усе вищезгадане ми приходимо до висновку, що проведення модульної контрольної роботи раціональніше проводити у формі модульного тестування знань з кожного змістового модуля з використанням *„відкритих ”* та *„закритих ”* тематичних тестів з охорони праці, які будуть охоплювати навчальний матеріал трьох тем навчальної програми в першому модулі і трьох тем в другому. Кожен модульний тест, який розроблений у 3-ох варіантах містить 50 тестових завдань, в яких охоплюється питання з всього матеріалу змістового модуля, і на які студенти повинні дати свої варіанти відповідей. Для перевірки правильності відповідей, автори використовують розроблені кодові матриці, за якими швидко можна перевірити результати тестування, і на основі критеріїв оцінювання знань і умінь, виставити ту чи іншу кількість в залежності від максимальної кількості балів відведених заліковим кредитом на модульну контрольну роботу.

Використовуючи свій педагогічний досвід ми не одноразово мали змогу переконатися, що тести при раціональному підборі навчального матеріалу і його змісту можуть використовуватися не лише для контролю рівня знань, а й для навчання, тобто навчальний потенціал тестових методів дуже високий, що є надзвичайно перспективним і ефективним методом під час освоєння студентами курсу «**Безпека життєдіяльності**» [3].

Подальшу роботу в зазначеному напрямі вбачаємо в удосконаленні форм та методів оперативного контролю знань, умінь та навичок студентів за допомогою тестів, урізноманітненні їх видів, що сприятиме оперативнішому здійсненню зворотного зв’язку між учителем та учнем.

Список використаних джерел:

1. Гуревич Р.С. Тестовий облік знань учнів як елемент моніторингу якості навчання / Р.С. Гуревич //Проблеми якості освіти: теоретичні і практичні аспекти. – К.: СПД Богданова А. 2007. – С. 180-185.
2. Аванесов В.С. Композиция тестовых заданий. Учебная книга. 3-е изд., доп. / В.С. Аванесов – М.: Центр тестирования, 2002. – 240 с.
3. Атаманчук П.С. Інформаційно-комунікативні технології у формуванні дієвих компетенцій / П.С. Атаманчук, О.В. Бордюг // Зб. наук. пр. Кам’янець-Поділ. нац. ун-ту ім. І. Огієнка. Серія педагогічна. – Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка, 2010. – Вип. 16: Формування професійних компетентностей майбутніх учителів фізико-технологічного профілю в умовах євроінтеграції. – С. 72-74.
4. Вища освіта України і Болонський процес: Навчальний посібник / За ред. В.Г. Кременя. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан 2004. – 384 с.

In the article the question of realization of module control work is examined as testing of educational achievements of students from a labour protection for every semantic module of educational discipline. Advantages of this method are specified. Classification of tests, short maintenance and their application, is given.

Keywords: *tests; control; knowledge; ability; method; semantic module; competence; studies.*

УДК 517.5

Гнатюк В.О., кандидат фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри математики

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

ДЕЯКІ ВЛАСТИВОСТІ ЕКСТРЕМАЛЬНОГО ФУНКЦІОНАЛУ ЗАДАЧІ НАЙКРАЩОГО У РОЗУМІННІ ЗВАЖЕНОЇ ВІДСТАНІ РІВНОМІРНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ, ЗАДАНОЇ НЕТОЧНО ЗА ДОПОМОГОЮ БАГАТОЗНАЧНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ

У статті встановлено деякі властивості екстремального функціоналу задачі найкращого у розумінні зваженої відстані від точки до множини рівномірного відновлення функціональної залежності, заданої неточно з допомогою неперервного багатозначного відображення, елементами множини неперервних однозначних відображень.

Ключові слова*: екстремальний функціонал, задача найкращого у розумінні зваженої відстані від точки до множини.*

Нехай X — лінійний над полем комплексних чисел нормований простір. Для множини F та елемента x цього простору покладемо $E_F(x)=\inf_{y\in F}\|x-y\|$. Величину $E_F(x)$ називають найкращим наближенням елемента x множиною F або відстанню від цього елемента до множини F (див., наприклад, [1,с.11]). Будемо позначати через $B(X)$ – сукупність довільних обмежених замкнених множин простору X, через $H(A,B)=\max\left\{\sup_{x\in A}E_B(x),\sup_{y\in B}E_A(y)\right\}$– хаусдорфову відстань між множинами A, B із $B(X)$.

Нехай, крім того, S– компакт, $C(S,X)$ — лінійний над полем дійсних чисел простір однозначних відображень g компакта S в X, неперервних на S, з нормою: $\|g\|=\max_{s\in S}\|g(s)\|$, $C(S,B(X))$ – множина багатозначних відображень a компакта S в X таких, що для кожного $s\in S$ $a(s)=B_s\in B(X)$ і вони є неперервними на S відносно метрики Хаусдорфа на $B(X)$, $a\in C(S,B(X))$, $V\subset C(S,X)$, ω– додатна неперервна на S функція (вагова функція).

Поставимо задачу відшукання величини

$$\alpha_a^*(\omega,V)=\inf_{g\in V}\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y\in a(s)}\|g(s)-y\|\right), \tag{1}$$

яку будемо називати задачею найкращого у розумінні зваженої відстані від точки до множини рівномірного відновлення функціональної залежності, заданої неточно за допомогою неперервного багатозначного відображення, елементами множини неперервних однозначних відображень.

Твердження 1. *Нехай* $a_1,a_2\in C(S,B(X))$. *Тоді функція*

$$H\left(a_1(s),a_2(s)\right)=\max\left\{\sup_{x\in a_1(s)}\inf_{y\in a_2(s)}\|x-y\|,\sup_{y\in a_2(s)}\inf_{x\in a_1(s)}\|x-y\|\right\}, s\in S,$$

є неперервною по s *на* S.

Доведення. Нехай $a_1,a_2\in C(S,B(X))$, $s_0\in S$ і $\varepsilon>0$. Оскільки $a_1,a_2\in C(S,B(X))$, то існує окіл $V(s_0)$ точки s_0 компакта S такий, що

$$H\left(a_1(s),a_1(s_0)\right)<\frac{\varepsilon}{2},\ H\left(a_2(s),a_2(s_0)\right)<\frac{\varepsilon}{2},\ s\in V(s_0). \tag{2}$$

Враховуючи, що H задає метрику на $B(X)$ (див., наприклад, [2,с.32]), отримаємо для всіх $s\in S$

$$\left|H\left(a_1(s),a_2(s)\right)-H\left(a_1(s_0),a_2(s_0)\right)\right|\le H\left(a_1(s),a_1(s_0)\right)+H\left(a_2(s),a_2(s_0)\right).$$

Звідси та з співвідношення (2) випливає, що

$$\left|H\left(a_1(s),a_2(s)\right)-H\left(a_1(s_0),a_2(s_0)\right)\right|<\varepsilon,\ s\in V(s_0).$$

Це означає, що функція $H_1\left(a_1(s),a_2(s)\right)$ є неперервною в точці $s_0\in S$. Оскільки s_0 вибрано довільно з S, то $H_1\left(a_1(s),a_2(s)\right)$, $s\in S$, є неперервною на S.

Твердження доведено.

З урахуванням доведеного твердження та узагальненої теореми Вейєрштрасса (див., наприклад, [3,с.28]) робимо висновок, що для будь-яких $a_1,\, a_2 \in C(S, B(X))$ функція $s \in S \to H\left(a_1(s), a_2(s)\right)$ досягає на S свого найбільшого значення. Покладемо $\rho(a_1, a_2) = \max\limits_{s\in S} H\left(a_1(s), a_2(s)\right), a_1, a_2 \in C(S, B(X))$.

Твердження 2. Величина $\rho(a_1, a_2) = \max\limits_{s\in S} H\left(a_1(s), a_2(s)\right), a_1, a_2 \in C(S, B(X))$, задає метику на множині $C\left(S, B\left(X\right)\right)$.

Доведення. Зрозуміло, що $\rho(a_1, a_2) \geq 0$, $a_1, a_2 \in C(S, B(X))$. Нехай $a_1, a_2 \in C(S, B(X))$ та $a_1 = a_2$ і, отже, $a_1\left(s\right) = a_2\left(s\right)$, $s \in S$. Оскільки H є метрикою на $B\left(X\right)$, то тоді $H\left(a_1(s), a_2(s)\right) = 0$, $s \in S$. Звідси й випливає, що $\rho(a_1, a_2) = \max\limits_{s\in S} H\left(a_1(s), a_2(s)\right) = 0$. Навпаки, нехай $a_1, a_2 \in C(S, B(X))$ та $\rho(a_1, a_2) = 0$. Тоді $H\left(a_1(s), a_2(s)\right) = 0$, $s \in S$. Звідси випливає, що $a_1\left(s\right) = a_2\left(s\right)$, $s \in S$. Це й означає, що $a_1 = a_2$.

Оскільки для $a_1, a_2 \in C(S, B(X))$ та $s \in S$ $H\left(a_1(s), a_2(s)\right) = H\left(a_2(s), a_1(s)\right)$, то $\rho(a_1, a_2) = \rho(a_2, a_1)$.

Нехай $a_1, a_2, a_3 \in C(S, B(X))$. Оскільки H є метрикою на $B\left(X\right)$, то

$$H\left(a_1(s), a_2(s)\right) \leq H\left(a_1(s), a_3(s)\right) + H\left(a_3(s), a_2(s)\right),\ s \in S.$$

Звідси випливає, що

$$\rho(a_1, a_2) = \max_{s\in S} H\left(a_1(s), a_2(s)\right) \leq \max_{s\in S} H\left(a_1(s), a_3(s)\right) + \max_{s\in S} H\left(a_3(s), a_2(s)\right) =$$
$$= \rho(a_1, a_3) + \rho(a_3, a_2).$$

Отже, величина $\rho(a_1, a_2) = \max\limits_{s\in S} H\left(a_1(s), a_2(s)\right), a_1, a_2 \in C(S, B(X))$, задовольняє всім аксіомам метрики.

Твердження доведено.

Твердження 3. *Нехай* $g_1,\, g_2 \in X$, $a_1,\, a_2 \in C(S, B(X))$. *Має місце співвідношення*

$$\left|\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y\in a_1(s)}\left\|g_1\left(s\right) - y\right\|\right) - \max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y\in a_2(s)}\left\|g_2\left(s\right) - y\right\|\right)\right| \leq \|\omega\|\left(\|g_1 - g_2\| + \rho(a_1, a_2)\right).$$

Доведення. Нехай $s \in S$, $y \in a_1\left(s\right)$, $z \in a_2\left(s\right)$. Тоді

$$\left\|g_1\left(s\right) - y\right\| \leq \left\|g_1\left(s\right) - g_2\left(s\right)\right\| + \left\|g_2\left(s\right) - y\right\| \leq \max_{s\in S}\left\|g_1\left(s\right) - g_2\left(s\right)\right\| + \left\|g_2\left(s\right) - z\right\| + \|z - y\| =$$
$$\leq \|g_1 - g_2\| + \left\|g_2\left(s\right) - z\right\| + \|z - y\|.$$

Звідки

$$\inf_{y\in a_1(s)}\left\|g_1\left(s\right) - y\right\| \leq \|g_1 - g_2\| + \left\|g_2\left(s\right) - z\right\| + \sup_{z\in a_2(s)}\inf_{y\in a_1(s)}\|z - y\| \leq$$
$$\leq \|g_1 - g_2\| + \left\|g_2\left(s\right) - z\right\| + H\left(a_1\left(s\right), a_2\left(s\right)\right).$$

Тому

$$\inf_{y\in a_1(s)}\left\|g_1\left(s\right) - y\right\| \leq \|g_1 - g_2\| + \inf_{z\in a_2(s)}\left\|g_2\left(s\right) - z\right\| + H\left(a_1\left(s\right), a_2\left(s\right)\right),$$
$$\omega\left(s\right)\inf_{y\in a_1(s)}\left\|g_1\left(s\right) - y\right\| \leq \omega\left(s\right)\|g_1 - g_2\| + \omega\left(s\right)\inf_{z\in a_2(s)}\left\|g_2\left(s\right) - z\right\| + \omega\left(s\right)H\left(a_1\left(s\right), a_2\left(s\right)\right) \leq$$

$$\le \omega(s)\inf_{z\in a_2(s)}\|g_2(s)-z\|+\|\omega\|\left(\|g_1-g_2\|+H\left(a_1(s),a_2(s)\right)\right).$$

Внаслідок цього

$$\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y\in a_1(s)}\|g_1(s)-y\|\right)-\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y\in a_2(s)}\|g_2(s)-y\|\right)\le$$
$$\le\|\omega\|\left(\|g_1-g_2\|+\rho\left(a_1,a_2\right)\right). \quad (3)$$

Аналогічно доводиться, що

$$\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y\in a_2(s)}\|g_2(s)-y\|\right)-\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y\in a_1(s)}\|g_1(s)-y\|\right)\le$$
$$\le\|\omega\|\left(\|g_1-g_2\|+\rho\left(a_1,a_2\right)\right). \quad (4)$$

З (3) і (4) робимо висновок, що

$$\left|\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y\in a_1(s)}\|g_1(s)-y\|\right)-\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y\in a_2(s)}\|g_2(s)-y\|\right)\right|\le$$
$$\le\|\omega\|\left(\|g_1-g_2\|+\rho\left(a_1,a_2\right)\right).$$

Твердження доведено.

При фіксованій множині V величина (1) задає на $C(S,B(X))$ функціонал, який кожному $a\in C(S,B(X))$ ставить у відповідність число $\alpha_a^*(\omega,V)$. Будемо називати його екстремальним функціоналом задачі відшукання величини (1).

Теорема 1. *Для будь-якої множини* $V\subset C\left(S,X\right)$ *екстремальний функціонал* $\alpha_a^*(\omega,V), a\in C(S,B(X)),$ *є неперервним по* a *на метричному просторі* $(C(S,B(X)),\rho)$.

Доведення. Нехай $a\in C(S,B(X)),\ a_0\in C(S,B(X))$. Згідно з твердженням 3 для $g\in V$

$$\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y\in a(s)}\|g(s)-y\|\right)\le\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y\in a_0(s)}\|g(s)-y\|\right)+\|\omega\|\rho\left(a,a_0\right).$$

Звідси випливає, що

$$\inf_{g\in V}\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y\in a(s)}\|g(s)-y\|\right)-\inf_{g\in V}\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y\in a_0(s)}\|g(s)-y\|\right)\le\|\omega\|\rho\left(a,a_0\right).$$

Тобто $\alpha_a^*(\omega,V)-\alpha_{a_0}^*(\omega,V)\le\|\omega\|\rho\left(a,a_0\right)$. Аналогічно доводиться, що $\alpha_{a_0}^*(\omega,V)-\alpha_a^*(\omega,V)\le\|\omega\|\rho\left(a,a_0\right)$. З останніх нерівностей випливає, що

$$\left|\alpha_a^*(\omega,V)-\alpha_{a_0}^*(\omega,V)\right|\le\|\omega\|\rho\left(a,a_0\right). \quad (5)$$

Для $\varepsilon>0$ покладемо $\delta=\dfrac{\varepsilon}{\|\omega\|}$. Тоді з (5) одержимо, що для будь-якого $a\in C(S,B(X))$ такого, що $\rho\left(a,a_0\right)<\delta=\dfrac{\varepsilon}{\|\omega\|}$, справджується нерівність $\left|\alpha_a^*(\omega,V)-\alpha_{a_0}^*(\omega,V)\right|<\varepsilon$.

Це й означає, що екстремальний функціонал $\alpha_a^*(\omega,V), a\in C(S,B(X)),$ є неперервним в точці a_0 метричного простору $(C(S,B(X)),\rho)$. Оскільки точку

a_0 вибрано з $(C(S,B(X)),\rho)$ довільно, то $\alpha_a^*(\omega,V)$, $a\in C(S,B(X))$, є неперервним по a на метричному просторі $(C(S,B(X)),\rho)$.

Теорему доведено.

Теорема 2. *Якщо V є підпростором простору $C(S,X)$, то екстремальний функціонал $\alpha_a^*(\omega,V)$, $a\in C(S,B(X))$, є напівадитивним і додатно однорідним, тобто*

$$\alpha_{a_1+a_2}^*(\omega,V)\le\alpha_{a_1}^*(\omega,V)+\alpha_{a_2}^*(\omega,V),\ a_1,a_2\in C(S,B(X)),$$

$$\alpha_{\lambda a}^*(\omega,V)=|\lambda|\alpha_a^*(\omega,V),\ a\in C(S,B(X)),\ \lambda\in R.$$

Доведення. Нехай V — підпростір простору $C(S,X)$. Для будь-яких $g_1,\ g_2\in V$ маємо

$$\alpha_{a_1+a_2}^*(\omega,V)=\inf_{g\in V}\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y\in a_1(s)+a_2(s)}\|g(s)-y\|\right)\le\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y\in a_1(s)+a_2(s)}\|g_1(s)+g_2(s)-y\|\right)=$$

$$=\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{\substack{y_1\in a_1(s),\\ y_2\in a_2(s)}}\|g_1(s)+g_2(s)-y_1-y_2\|\right)\le\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{\substack{y_1\in a_1(s),\\ y_2\in a_2(s)}}\left(\|g_1(s)-y_1\|+\|g_2(s)-y_2\|\right)\right)=$$

$$\le\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y_1\in a_1(s)}\|g_1(s)-y_1\|+\omega(s)\inf_{y_2\in a_2(s)}\|g_2(s)-y_2\|\right)\le$$

$$\le\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y_1\in a_1(s)}\|g_1(s)-y_1\|\right)+\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y_2\in a_2(s)}\|g_2(s)-y_2\|\right).$$

Перейшовши у правій частині цієї нерівності до інфімуму по g_1 і g_2 із V, отримаємо $\alpha_{a_1+a_2}^*(\omega,V)\le\alpha_{a_1}^*(\omega,V)+\alpha_{a_2}^*(\omega,V)$.

Напівадитивність функціоналу найкращого наближення доведено.

Нехай V — підпростір простору $C(S,X)$ і λ — дійсне число, $\lambda\ne 0$. Маємо

$$\alpha_{\lambda a}^*(\omega,V)=\inf_{g\in V}\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y\in\lambda a(s)}\|g(s)-y\|\right)=\inf_{g\in V}\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{\frac{y}{\lambda}\in a(s)}\left\|\lambda\left(\frac{g}{\lambda}(s)-\frac{y}{\lambda}\right)\right\|\right)=$$

$$=|\lambda|\inf_{g\in V}\max_{s\in S}\left(\omega(s)\inf_{y\in a(s)}\|g(s)-y\|\right)=|\lambda|\alpha_a^*(\omega,V).$$

Отже, $\alpha_{\lambda a}^*(\omega,V)=|\lambda|\alpha_a^*(\omega,V)$ для всіх $\lambda\ne 0$. Якщо ж $\lambda=0$, то $\alpha_{0\cdot a}^*(\omega,V)=0=0\cdot\alpha_a^*(\omega,V)$. Тому рівність $\alpha_{\lambda a}^*(\omega,V)=|\lambda|\alpha_a^*(\omega,V)$ має місце для всіх $a\in C(S,B(X))$, $\lambda\in R$.

Теорему доведено.

Список використаних джерел:

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

2. Кадец В.М. Курс функционального анализа: Учебное пособие для студентов механико-математического факультета/ В.М. Кадец.– Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2006.–607с.

3. Канторович Л.В. Функциональный анализ/ Л.В.Канторович, Г.П.Акилов – М.: Наука, 1977. –742с.

The some properties of the extremal functional for the problem of the of the best at sense of the weighting distance from point to set of uniform reconstitution of the functional dependence that is defined inaccurately by means of the continuous compact-valued maps by elements of the set of single-valued maps are proved in the article.

Keywords: *the extremal functional, the problem of the of the best at sense of the weighting distance from point to set.*

УДК 517.947

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

ГІПЕРБОЛІЧНА КРАЙОВА ЗАДАЧА В НЕОДНОРІДНОМУ ЦИЛІНДРИЧНО-КРУГОВОМУ ПРОСТОРІ З ЦИЛІНДРИЧНОЮ ПОРОЖНИНОЮ

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

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

Вступ. Різноманітні прикладні задачі теплофізики, термодинаміки, теорії пружності, теорії електричних кіл, теорії коливань приводять до крайових задач математичної фізики для диференціальних рівнянь з частинними похідними різних типів (еліптичних, параболічних, гіперболічних) не тільки в однорідних середовищах, коли коефіцієнти рівнянь є неперервними, але й в неоднорідних і кусково-однорідних середовищах, коли коефіцієнти рівняння є кусково-неперервними чи, зокрема, кусково-сталими [1-5].

Окрім методу відокремлення змінних та його узагальнень [6, 7], одним з важливих і ефективних методів дослідження лінійних крайових задач для диференціальних рівнянь з частинними похідними є метод інтегральних перетворень [8], який дає можливість будувати в аналітичному вигляді розв'язки тих чи інших крайових задач через їх інтегральне зображення у випадку однорідних середовищ.

У той же час для досить широкого класу 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 [9-11].

У цьому повідомленні ми пропонуємо точний аналітичний розв'язок гіперболічної крайової задачі в кусково-однорідному циліндрично-круговому просторі 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

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

$\varphi\in[0;2\pi); z\in(-\infty;+\infty)\}$ 2π-періодичного щодо кутової змінної φ розв'язку сепаратної системи диференціальних рівнянь з частинними похідними гіперболічного типу 2-го порядку [6]

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

з початковими умовами

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

крайовими умовами

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

$$\frac{\partial^s u_j}{\partial z^s}\Big|_{z=-\infty}=0;\ \frac{\partial^s u_j}{\partial z^s}\Big|_{z=+\infty}=0;\ \text{s=0,1} \qquad (4)$$

та умовами спряження [12]

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

,

де

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

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

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

$\alpha_{11}^0\le 0;\ \beta_{11}^0\ge 0; \left|\alpha_{11}^0\right|+\beta_{11}^0\neq 0;$

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

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

$g^2(r,\varphi,z)=\{g_1^2(r,\varphi,z), g_2^2(r,\varphi,z),\ldots, g_{n+1}^2(r,\varphi,z)\},$ $g_0(t,\varphi,z)$ – 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 інтегральних перетворень [3, 12].

Побудований за відомою логічною схемою [3-5] методом інтегрального перетворення Фур'є на декартовій осі $(-\infty;+\infty)$ щодо змінної z [3], скінченного інтегрального перетворення Фур'є на проміжку $[0;2\pi)$ щодо кутової змінної φ [3] та гібридного інтегрального перетворення типу Вебера на полярній осі I_n^+ з n точками спряження щодо радіальної змінної r [12], єдиний розв'язок гіперболічної початково-крайової задачі спряження (1)-(5) визначають функції

$$\begin{aligned} u_j(t,r,\varphi,z) &= \sum_{k=1}^{n+1}\int_0^t\int_{R_{k-1}}^{R_k}\int_0^{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} E_{jk}(t-\tau,r,\rho,\varphi-\alpha,z-\xi)\, f_k(\tau,\rho,\alpha,\xi)\sigma_k\rho\, d\xi\, d\alpha\, d\rho\, d\tau + \\ &+\frac{\partial}{\partial t}\sum_{k=1}^{n+1}\int_{R_{k-1}}^{R_k}\int_0^{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} E_{jk}(t,r,\rho,\varphi-\alpha,z-\xi)\, g_k^1(\rho,\alpha,\xi)\sigma_k\rho\, d\xi\, d\alpha\, d\rho + \\ &+\sum_{k=1}^{n+1}\int_{R_{k-1}}^{R_k}\int_0^{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} E_{jk}(t,r,\rho,\varphi-\alpha,z-\xi)\, g_k^2(\rho,\alpha,\xi)\sigma_k\rho\, d\xi\, d\alpha\, d\rho + \\ &+\int_0^t\int_0^{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} W_{jr}(t-\tau,r,\varphi-\alpha,z-\xi)\, g_0(\tau,\alpha,\xi)\, d\xi\, d\alpha\, d\tau; \quad j=\overline{1,n+1}. \end{aligned} \tag{6}$$

У формулах (6) застосовано компоненти

$$E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z) = \frac{1}{2\pi^2}\sum_{m=0}^{\infty}\int_0^{+\infty}\int_0^{+\infty} K(t,\lambda,\sigma)V_j^m(r,\lambda)V_k^m(\rho,\lambda)\Omega_n^m(\lambda)\cos(\sigma z)\, d\lambda\, d\sigma \cos m\varphi$$

матриці впливу (функції впливу) та радіальні функції Гріна

$$W_{jr}(t,r,\varphi,z) = -a_{z1}^2 R_0\sigma_1(\alpha_{11}^0)^{-1}E_{j1}(t,r,R_0,\varphi,z)$$

розглянутої задачі, де

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

З використанням властивостей функцій впливу $E_{jk}(t,r,\rho,\varphi,z)$ і функцій Гріна $W_{jr}(t,r,\varphi,z)$ 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 [13].

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

Методами з [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).

<u>Зауваження 1.</u> Параметри α_{11}^0, β_{11}^0 дозволяють виділяти із формул (6) розв’язки початково-крайових задач спряження у випадках задання на

радіальній поверхні $r = R_0$ крайової умови 1-го роду ($\alpha_{11}^0 = 0,\ \beta_{11}^0 = 1$), 2-го роду ($\alpha_{11}^0 = -1,\ \beta_{11}^0 = 0$) та третього роду ($\alpha_{11}^0 = -1, \beta_{11}^0 \equiv h > 0$).

Зауваження 2. У випадку $\chi_j^2 \equiv 0$ рівняння (1) збігається з класичним тривимірним неоднорідним хвильовим рівнянням (рівнянням коливань) для ортотропного середовища у циліндричній системі координат.

Зауваження 3. У випадку $\alpha_{11}^k = 0,\ \beta_{11}^k = 1,\ \alpha_{12}^k = 0,\ \beta_{12}^k = 1,\ \alpha_{21}^k = E_1^k,\ \beta_{21}^k = 0,\ \alpha_{22}^k = E_2^k,\ \beta_{22}^k = 0$ (E_1^k, E_2^k – модулі Юнга) умови спряження (5) є класичними умовами ідеального механічного контакту.

Таким чином, у зазначених випадках 2, 3 при $f_j(t,r,\varphi,z) \equiv 0$ ($j = \overline{1, n+1}$) розглянута гіперболічна крайова задача (1)-(5) є математичною моделлю вільних коливних процесів у кусково-однорідному циліндрично-круговому просторі з циліндричною порожниною.

Висновки. Одержано інтегральне зображення точного аналітичного розв'язку гіперболічної крайової задачі для кусково-однорідного циліндрично-кругового простору 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. – К.: 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. – К.: Наук. думка, 1998. – 614 с.
3. Конет І.М. Температурні поля в кусково-однорідних циліндричних областях / І.М. Конет, М.П. Ленюк. – Чернівці: Прут, 2004. – 274 с.
4. Громик А.П. Температурні поля в кусково-однорідних просторових середовищах / А.П. Громик, І.М. Конет, М.П. Ленюк. – Кам'янець-Подільський: Абетка-Світ, 2011. – 200 с.
5. Конет І.М. Гіперболічні крайові задачі математичної фізики в кусково-однорідних просторових середовищах / І.М. Конет. – Кам'янець-Подільський: Абетка-Світ, 2013. – 120 с.
6. Перестюк М.О. Теорія рівнянь математичної фізики / М.О. Перестюк, В.В. Маринець. – К.: Либідь, 2006. – 424с.
7. Каленюк П.І. Узагальнена схема відокремлення змінних. Диференціально-символьний метод / П.І. Каленюк, З.М. Нитребич. – Львів: Вид-во нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2002. – 292с.
8. Диткин В.А. Интегральные преобразования и операционное исчисление / В.А. Диткин, А.П. Прудников – М.: Наука, 1974. – 542 с.
9. Конет І.М. Інтегральні перетворення типу Мелера – Фока / І.М. Конет, М.П. Ленюк. – Чернівці: Прут, 2002. – 248 с.
10. Ленюк М.П. Інтегральні перетворення типу Конторовича-Лєбєдєва / М.П. Ленюк, Г.І. Міхалевська. – Чернівці: Прут, 2002. – 280 с.

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

12. 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.

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

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

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

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

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

УДК 531(0758)

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

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ФІЗИКИ У ФОРМІ ТЬЮТОРІАЛА

У статті описаний метод проведення підсумкових занять з фізики зі студентами ВНЗ у формі тьюторіала, який впроваджений в систему дистанційної освіти Відкритим університетом Великобританії і є її обов'язковою очною складовою. На прикладі вивчення електродинаміки наведена методична розробка тьюторіала з теми: «Основи диференціювання скалярних та векторних полів». Проаналізовані основні етапи тьюторіала, показана доцільність впровадження такої форми у навчання студентів з метою досягнення необхідної фахової компетенції.

Ключові слова. *Тьюторіал, самостійна робота, презентація, електродинаміка векторний оператор,диференціювання.*

Тьюторіал – це така форма проведення практичних занять, в яких викладач виконує роль керівника заняття. Тьюторіал це підсумкове заняття на якому студенти поглиблюють свої знання одного з розділів курсу. Тьюторіал триває , як мінімум, 4 навчальні години. Далі подано методичну розробку тьюторіала для студентів фізико-математичного факультету з теми: «Диференціювання векторних та скалярних полів». Форма тьюторіала запозичена в системи дистанційного навчання Відкритого університету Великобританії [1].

Основні етапи заняття :

- теоретична частина включає в себе відповіді тьютора на запитання студентів, повторення та запис на ілюстративному плакаті основних теоретичних відомостей (означень, математичних співвідношень, визначень фізичних величин, формулювання фізичних законів);
- практична частина - студенти розбиваються на групи по 4-5 осіб. Кожна група отримує одне завдання. Завдання, як правило, розрізняються за рівнем складності. Група розв'язує завдання і готує презентацію. Презентація завдань, проводиться у формі бесіди;
- в презентації викладається теорія, яка застосована для розв'язку, подається обґрунтування методу розв'язку;
- підведення підсумків та визначення питань, необхідних для повторення як теми розділу, так і попереднього матеріалу, рекомендація завдань для самостійного опрацювання (бесіда).

Приведемо методичну розробку тьюторіала, що був проведений для студентів другого курсу фізико-математичного факультету з теми:

«Диференціювання скалярних та векторних полів»

Теоретична частина [2;3].

1. Скалярний та векторний добутки двох векторів.

Скалярний добуток двох векторів — математична операція над двома векторами, результатом якої є скаляр. Цю скалярну величину можна виразити як $\vec{a}*\vec{b}=|\vec{a}|*|\vec{b}|*\cos\alpha$.

Та, якщо $\vec{a}=\{a_x;a_y;a_z\}\, та\, \vec{b}=\{b_x;b_y;b_z\}$, то скалярний добуток будемо обчислювати за формулою $\vec{a}*\vec{b}=a_x*b_x+a_y*b_y+a_z*b_z$.

Векторним добутком вектора $\vec{a}$ *на вектор* $\vec{b}$ називається вектор $\vec{c}$, довжина якого чисельно дорівнює площі паралелограма побудованого на векторах $\vec{a}$ і $\vec{b}$, а напрямок перпендикулярний до площини, в якій лежать ці вектори і напрямлений так, щоб при обертанні ручки правого свердлика по меншому куту від $\vec{a}$ до $\vec{b}$ він співпадав з напрямком руху вістря свердлика. (рис. 1).

Довжина вектора, який є результатом векторного добутку, визначається $\left[\vec{a}\times\vec{b}\right]=|a|*|b|*\sin\alpha$

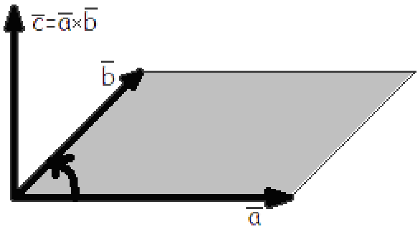


Рис.1. Правило знаходження векторного добутку двох векторів

Якщо $\vec{a}=\{a_x;a_y;a_z\}\, та \quad \vec{b}=\{b_x;b_y;b_z\}$, то проекції векторного добутку на осі координат визначимо за допомогою визначника:

$$\left[\vec{a}\times\vec{b}\right]=\begin{pmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ a_x & a_y & a_z\\ b_x & b_y & b_z\end{pmatrix}=\vec{i}\,(\mathrm{a}_y\mathrm{b}_z-\mathrm{a}_z\mathrm{b}_y)-\vec{\mathrm{j}}(\mathrm{a}_x\mathrm{b}_z-\mathrm{a}_z\mathrm{b}_x)+\vec{k}\,(\mathrm{a}_x\mathrm{b}_y-\mathrm{a}_y\mathrm{b}_x)$$

$$\left[\vec{a}\times\vec{b}\right]=\left\{\mathrm{a}_y\mathrm{b}_z-\mathrm{a}_z\mathrm{b}_y;\mathrm{a}_x\mathrm{b}_z-\mathrm{a}_z\mathrm{b}_x;\mathrm{a}_x\mathrm{b}_y-\mathrm{a}_y\mathrm{b}_x\right\}$$

2. Скалярне поле.

Під поняттям «скалярне поле» будемо розуміти таку математичну модель, згідно якої встановлена однозначна відповідність між координатами кожної точки простору і скалярною фізичною величиною (температурою, густиною і т.ін…) .

3. Векторне поле.

Під поняттям «векторне поле» будемо розуміти таку математичну модель, згідно якої встановлена однозначна відповідність між координатами кожної точки простору і вектором, який характеризує фізичну величину. Початок вектора співпадає з точкою простору.

4. Поняття оператора «набла». Поняття градієнта скалярної величини. Поняття дивергенції та ротора векторної величини

Векторний оператор «набла» вводиться з метою визначення математичних дій для характеристики змін фізичних величин, заданих у вигляді скалярного та векторного полів. При використанні декартової системи координат XOYZ вводиться векторний оператор у вигляді вектора: $\vec{\nabla}=\frac{\partial}{\partial x}\vec{i}+\frac{\partial}{\partial y}\vec{j}+\frac{\partial}{\partial z}\vec{k}$, з координатами $\vec{\nabla}\left(\frac{\partial}{\partial x};\frac{\partial}{\partial y};\frac{\partial}{\partial z}\right)$.

При заданих координатах векторного оператора , значеннях скалярної величини T(x,y,z) та координат вектора $\vec{A}\left(A_x;A_y;A_z\right)$, визначаються правила знаходження величин:

а) градієнта $gradT=\left(\vec{\nabla}*\mathrm{T}\right)=\left(\frac{\partial}{\partial x}\vec{i}+\frac{\partial}{\partial y}\vec{j}+\frac{\partial}{\partial z}\vec{k}\right)T=\frac{\partial T}{\partial x}\vec{i}+\frac{\partial T}{\partial y}\vec{j}+\frac{\partial T}{\partial z}\vec{k},$;

б) дивергенції $div\vec{A}=\vec{\nabla}\times\vec{A}=\frac{\partial A_x}{\partial x}+\frac{\partial A_y}{\partial y}+\frac{\partial A_z}{\partial z}$;

в) ротора

$$rot\vec{A}=\begin{pmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z}\\ A_x & A_y & A_z\end{pmatrix}=\frac{\partial A_z}{\partial y}\vec{i}+\frac{\partial A_x}{\partial z}\vec{j}+\frac{\partial A_y}{\partial x}\vec{k}-\left(\frac{\partial A_x}{\partial y}\vec{k}+\frac{\partial A_z}{\partial x}\vec{j}+\frac{\partial A_y}{\partial z}\vec{k}\right)=$$

$$=\left(\frac{\partial A_z}{\partial y}-\frac{\partial A_y}{\partial z}\right)\vec{i}+\left(\frac{\partial A_x}{\partial z}-\frac{\partial A_z}{\partial x}\right)\vec{j}+\left(\frac{\partial A_y}{\partial x}-\frac{\partial A_x}{\partial y}\right)\vec{k}$$

Якщо координати вектора $\vec{A}=\left(A_x;A_y;A_z\right)$залежать тільки від відповідних координат (x;y;z), то всі похідні в одержаному виразі рівні нулю. Тобто $rot\vec{A}$ для цього випадку рівний нулю.

$$rot\vec{A}=\begin{pmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ A_x & A_y & A_z \end{pmatrix}=0$$

Таким чином результат векторної дії оператора $\vec{\nabla}$ на $\vec{A}$ відмінний від нуля тільки тоді, коли зміни будь-якої координати вектора залежить від іншої координати$\left(A_x=A_x(\mathrm{y,z})\right)$; $(A_y=A_y(\mathrm{z,x}))$; $(A_z=A_z(\mathrm{x,y}))$.

Прикладом такої залежності є сила Лоренца, яка визначається векторним добутком $\vec{F}=q\left[\vec{v}\times\vec{B}\right]$,

$$\left[\vec{v}\times\vec{B}\right]=\begin{pmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ v_x & v_y & v_z \\ B_x & B_y & B_z \end{pmatrix}$$

$$\vec{F}=F_x\vec{i}+F_y\vec{j}+F_z\vec{k}=$$

$$=\left(v_yB_z-B_yv_z\right)\vec{i}+\left(v_zB_x-B_zv_x\right)\vec{j}+\left(v_xB_y-B_xv_y\right)\vec{k}$$

Практична частина

1.Для вектора $\vec{r}=x\vec{i}+y\vec{j}+z\vec{k}$, знайти дивергенцію та ротор.

$$div\vec{r}=\left(\vec{\nabla}*\vec{r}\right)=\frac{\partial}{\partial x}x+\frac{\partial}{\partial y}y+\frac{\partial}{\partial z}z=1+1+1=3.$$

$$rot\vec{r}=\left[\vec{\nabla}*\vec{r}\right]=\begin{pmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ x & y & z \end{pmatrix}=0$$

2.Для скалярної величини$\left(\frac{1}{r}\right)$ знайти градієнт

$$grad\left(\frac{1}{r}\right)=\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{r}\right)\vec{i}+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{1}{r}\right)\vec{j}+\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{1}{r}\right)\vec{k}=$$

$$=\left|\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{r}\right)\vec{i}=-\frac{1}{2}\frac{2x}{(\mathrm{x}^2+\mathrm{y}^2+\mathrm{z}^2)\sqrt{\mathrm{x}^2+\mathrm{y}^2+\mathrm{z}^2}}\vec{i}=-\frac{x\vec{i}}{r^3}\right|=$$

$$=-\left(\frac{x\vec{i}}{r^3}+\frac{y\vec{j}}{r^3}+\frac{z\vec{k}}{r^3}\right)=-\frac{\vec{r}}{r^3}$$

3.Для точкового заряду перевірити співвідношення $\vec{E}=-\vec{\nabla}\times\varphi$ ($\vec{E}=-grad\varphi$)

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{r}$$

$$\frac{q}{4\pi\varepsilon_0} = C$$

$$\vec{E} = -\vec{\nabla}\times\varphi = -\vec{\nabla}\left(C*\frac{1}{r}\right) = -C\left(\vec{\nabla}\frac{1}{r}\right) = C\frac{\vec{r}}{r^3}$$

$$\left|\begin{array}{l} \vec{r} = |\vec{r}|\vec{n} \\ grad\,\frac{1}{r} = -\frac{\vec{r}}{r^3} \end{array}\right|$$

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\vec{r}}{r^3} = \frac{q r\vec{n}}{4\pi\varepsilon_0 r^3} = \frac{q\vec{n}}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

Вектор $\vec{n}$ - одиничний вектор вздовж радіус-вектора Напруженість поля точкового заряду (у випадку позитивного заряду) направлена паралельно радіус - вектору $\vec{r}$. Завдання практичної частини складені у порядку зростання складності для виконання. Зміст завдань показує зв’язок між електродинамічними фізичними величинами, отриманими за допомогою використання оператора «набла». Після виконання завдань кожна з підгруп студентів презентує свій результат роботи.

Запитання студентів виписуються на окремому плакаті (або частині дошки), студенти разом з тьютором відповідають на ці питання. Завдання для самостійної роботи студентів формуються на основі запитань студентів і навчальної програми.

Заняття закінчується виголошення завдань на самостійне опрацюван

Задачі для самостійного опрацювання [4]

1. Знайти $grad|\vec{r}|$

Відповідь: $\frac{\vec{r}}{r}$

2. В однорідне магнітне поля з індукцією B=10 мТл перпендикулярно до лінії індукції влітає електрон, кінетична енергія якого W_k=30 кеВ. Обчислити радіус кривизни траєкторії руху електронів у полі.

Відповідь: однакові

3. Лінії напруженості однорідного електричного поля і лінії індукції однорідного магнітного поля взаємно перпендикулярні. Напруженість електричного поля становить 1кВ/м, а індукція магнітного поля 1 мТл. Якими мають бути напрям і модуль швидкості електрона, щоб його рух був прямолінійним?

Відповідь: збільшилася на 1,5 кВ/м; зменшилася на 0,5 кВ/м

Оцінювання роботи студентів на тьюторіалі відбувається за загальною кількістю балів, які набрав студент за заняття згідно з критеріями, що відповідають фаховій компетенції [5].

Висновки.

1. Структура заняття у формі тьюторіалу, завдяки збільшенню часу на спілкування з студентами, дозволяє чітко засвоїти основні теоретичні положення вивченої частини курсу.

2. Самостійна робота студентів під час тьюторіалу приваблює тим, що тьютор весь час має можливість спілкуватися з невеликою групою студентів, вказуючи на ті моменти розв'язку питання, які, можливо, билу випущені. Або яким було приділено недостатньо уваги.

3. Підготовка презентації та її виголошення сприяє розвитку розмовної практики студента, виробляє навички чіткого висловлення власної думки.

4. Для усіх учасників заняття нові терміни та положення теорії звучать велику кількість разів, що допомагає їх засвоєнню. А написані на плакатах положення теорії вивченого курсу дає також важливе зорове сприйняття.

5. Для викладача форма занять – тьюторіал дає можливість найбільш об'єктивного оцінювання знань студентів.

6. Під час заняття студенти розвивають такі фахові компетенції: теоретичну підготовку; комунікативність; навички самостійної роботи, креативність, навички підготовки презентацій та користування мультимедійними пристроями.

Список використаних джерел:

1. Менеджер и информация: Книга 1: Учебное пособие / Пер. с англ. — Жуковский: МИМ ЛИНК, 2003. – 108 с.

2. Бугаєнко Г.О. Курс теоретичної фізики. Електродинаміка та теорія відносності / Г.О. Бугаєнко, М.Є. Фонкич. – К. : Радянська школа. – 1965. – 419 с.

3. Калашников С.Г. Курс загальної фізики. Т.2 Електрика / С.Г. Калашников. – К. : Радянська школа. – 1964. – 630 с.

4. Загальний курс фізики. Збірник задач / За ред. проф. І.П.Гаркуші. – К.: Техніка. – 2004. – 558 с.

5. Атаманчук П.С. Наукова школа «Теоретико-технологічні аспекти об'єктивізації контролю навчальної діяльності» / П.С. Атаманчук, О.М. Ніколаєв // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2015. – Випуск 21. – 356 с.

In the article the described method of leadthrough of concluding sessions is with students in form t'yutoriala, which is inculcated in the system of the controlled from distance education the Opened university of Great Britain and is it by an obligatory eye constituent. On the example of study of electrodynamics methodical development of t'yutoriala is resulted from a theme: «Bases of differentiation of the scalar and vectorial fields». The basic stages of t'yutoriala are analysed, rotined expedience of introduction of such form in the studies of students with the purpose of achievement of necessary professional.

***Keywords**: t'yutorial, independent work, presentation of,elektrodinamika, vectorial operator, differentiation.*

УДК 517.5

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

ТЕОРЕМИ ІСНУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДУ НАЙКРАЩОГО У РОЗУМІННІ ЗВАЖЕНОЇ ВІДСТАНІ РІВНОМІРНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ, ЗАДАНОЇ НЕТОЧНО З ДОПОМОГОЮ БАГАТОЗНАЧНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ

У статті для задачі найкращого у розумінні зваженої відстані від точки до множини рівномірного відновлення функціональної залежності, заданої неточно з допомогою неперервного багатозначного відображення, елементами множини неперервних однозначних відображень встановлено деякі теореми існування оптимального методу відновлення.

Ключові слова: *теореми існування, оптимальний метод відновлення, задача найкращого у розумінні зваженої відстані від точки до множини.*

Нехай X — лінійний над полем комплексних чисел нормований простір. Для множини F та елемента x цього простору покладемо $E_F\left(x\right)=\inf\limits_{y\in F}\left\|x-y\right\|$. Величину $E_F\left(x\right)$ називають найкращим наближенням елемента x множиною F або відстанню від цього елемента до множини F (див., наприклад, [1,с.11]). Будемо позначати через $B\left(X\right)\left(O\left(X\right)\right)$ – сукупність довільних (опуклих) обмежених замкнених множин простору X, через $H\left(A,B\right)=\max\left\{\sup\limits_{x\in A}E_B\left(x\right),\sup\limits_{y\in B}E_A\left(y\right)\right\}$ – хаусдорфову відстань між множинами A, B із $B\left(X\right)$.

Нехай, крім того, S – компакт, $C\left(S,X\right)$ — лінійний над полем дійсних чисел простір однозначних відображень g компакта S в X, неперервних на S, з нормою: $\left\|g\right\|=\max\limits_{s\in S}\left\|g\left(s\right)\right\|$, $C\left(S,B\left(X\right)\right)$ $\left(C\left(S,O\left(X\right)\right)\right)$ – множина багатозначних відображень a компакта S в X таких, що для кожного $s\in S$ $a\left(s\right)=B_s\in B\left(X\right)$ $\left(a\left(s\right)=O_s\in O\left(X\right)\right)$ і вони є неперервними на S відносно метрики Хаусдорфа на $B\left(X\right)\left(O\left(X\right)\right)$, $a\in C\left(S,B\left(X\right)\right)$ $\left(a\in C\left(S,O\left(X\right)\right)\right)$, $V\subset C\left(S,X\right)$, ω – додатна неперервна на S функція (вагова функція).

Поставимо задачу відшукання величини

$$\alpha_a^*\left(\omega,V\right)=\inf_{g\in V}\max_{s\in S}\left(\omega\left(s\right)\inf_{y\in a\left(s\right)}\left\|g\left(s\right)-y\right\|\right). \qquad (1)$$

Якщо існує елемент $g^*\in V$ такий, що

$$\alpha_a^*\left(\omega,V\right)=\max_{s\in S}\left(\omega\left(s\right)\inf_{y\in a\left(s\right)}\left\|g^*\left(s\right)-y\right\|\right),$$

то його будемо називати оптимальним методом найкращого у розумінні зваженої відстані від точки до множини рівномірного відновлення функціональної залежності, заданої неточно за допомогою багатозначного відображення a, елементами множини V непевних однозначних відображень.

Твердження 1. Для кожного $a \in C(S, B(X))$ функція $\varphi(g) = \max_{s \in S}\left(\omega(s) \inf_{y \in a(s)} \left\| g^*(s) - y \right\|\right)$, $g \in C(S, X)$, задовольняє умові Ліпшиця з константою $\|\omega\|$ на $C(S, X)$ і, отже, є неперервною на $C(S, X)$.

Доведення. Для будь-яких $g_1, g_2 \in C(S, X)$ маємо

$$|\varphi(g_1) - \varphi(g_2)| = \left| \max_{s \in S}\left(\omega(s) \inf_{y \in a(s)} \|g_1(s) - y\|\right) - \max_{s \in S}\left(\omega(s) \inf_{y \in a(s)} \|g_2(s) - y\|\right) \right| \le$$

$$\le \max_{s \in S} \left| \omega(s) \inf_{y \in a(s)} \|g_1(s) - y\| - \omega(s) \inf_{y \in a(s)} \|g_2(s) - y\| \right| \le$$

$$\le \|\omega\| \sup_{s \in S} \sup_{y \in a(s)} \left| \|g_1(s) - y\| - \|g_2(s) - y\| \right| \le$$

$$\le \|\omega\| \max_{s \in S} \|g_1(s) - g_2(s)\| = \|\omega\| \|g_1 - g_2\|.$$

Це означає, що функція $\varphi(g)$, $g \in C(S, X)$, задовольняє умові Ліпшіца з константою $\|\omega\|$ на $C(S, X)$ і, отже, є неперервною на $C(S, X)$.

Твердження доведено.

Означення 1. (див., наприклад, [1, с.21]). Множина лінійного нормованого простору називається локально компактною, якщо з будь-якої обмеженої послідовності точок цієї множини можна виділити збіжну підпослідовність.

Теорема 1. *Якщо* V *є замкненою локально компактною множиною простору* $C(S, X)$, *то для кожного* $a \in C(S, B(X))$ *екстремальний елемента для величини (1) існує.*

Доведення. Нехай $\{g_m\}_{m=1}^{\infty}$ — екстремальна послідовність для величини (1), тобто $g_m \in V$ та

$$\lim_{m \to \infty} \varphi(\mathrm{g}_m) = \lim_{m \to \infty} (\max_{s \in S} (\omega(s) \inf_{y \in a(s)} \|g_m - y\|)) = \alpha_a^*(\omega, V). \tag{2}$$

Для всіх $m = 1, 2, ...$ та точок $s_m \in S$ таких, що $\|g_m\| = \max_{s \in S} \|g_m(s)\| = \|g_m(s_m)\|$, маємо

$$\varphi(\mathrm{g}_m) = \max_{s \in S} (\omega(s) \inf_{y \in a(s)} \|g_m(s) - y\|) \ge \omega(\mathrm{s}_m) \inf_{y \in a(\mathrm{s}_m)} \|g_m(s_m) - y\| \ge$$

$$\ge \left(\min_{s \in S} \omega(s)\right) \inf_{y \in a(\mathrm{s}_m)} \|g_m(s_m) - y\| \; . \tag{3}$$

Оскільки $\omega(s) \in C(S)$ та $\omega(s) > 0, s \in S,$ то $\min_{s \in S} \omega(s) = l > 0.$ Тому з (3) одержимо, що для всіх $m = 1, 2, ...$

$$\frac{1}{l}\varphi(\mathrm{g}_m) \ge \inf_{y \in a(\mathrm{s}_m)} \|g_m(s_m) - y\| \ge \inf_{y \in a(\mathrm{s}_m)} \left(\|g_m(s_m)\| - \|y\|\right) =$$

$$= \|g_m\| - \max_{y \in a(s_m)} \|y\| \ge \|g_m\| - \max_{s \in S} \max_{y \in a(s)} \|y\|.$$

Звідси для всіх $m = 1, 2, ...$

$$\|g_m\| \le \frac{1}{l}\varphi(\mathrm{g}_m) + \max_{s \in S} \max_{y \in a(s)} \|y\| \; . \tag{4}$$

Оскільки границя числової послідовності $\{\varphi(g_m)\}_{m=1}^{\infty}$ існує (див. (2)), то ця послідовність є обмеженою. Звідси випливає, що існує число l_1 таке, що

$$\varphi(g_m) \le l_1, m = 1, 2, \dots \ . \tag{5}$$

З урахуванням (4) та (5) маємо

$$\|g_m\| \le \frac{l_1}{l} + \max_{s\in S} \max_{y\in a(s)} \|y\|, m = 1, 2, \dots \ .$$

Це означає, що послідовність $\{g_m\}_{m=1}^{\infty}$ є обмеженою послідовністю лінійного нормованого простору $C(S,X)$.

Оскільки $g_m \in V$, $m = 1,2,...$, і множина V за умовою є локально компактною та замкненою множиною, то з цієї послідовності можна вибрати збіжну до $g^* \in V$ підпослідовність $\{g_{m_k}\}_{k=1}^{\infty}$. Беручи до уваги неперервність функції $\varphi(g)$, $g \in C(S,X)$, (див. твердження 1), робимо висновок, що

$$\lim_{k\to\infty} \varphi(g_{m_k}) = \varphi(g^*). \tag{6}$$

З (2) та (6) випливає рівність

$$\alpha_a^*(\omega,V) = \inf_{g\in V} \max_{s\in S} \left(\omega(s) \inf_{y\in a(s)} \|g(s) - y\| \right) = \max_{s\in S} \left(\omega(s) \inf_{y\in a(s)} \|g^*(s) - y\| \right).$$

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

Теорему доведено.

Наслідок 1. *Якщо V є скінченновимірним підпростором простору $C(S,X)$, то екстремальний елемент для величини (1) існує.*

Справедливість наслідку випливає з теореми 1, оскільки скінченновимірний підпростір лінійного нормованого простору є локально компактною та замкненою множиною (див., наприклад,[1,с.21]).

Теорема 2. *Якщо $a \in C(S, O(X))$, а V — слабко компактна множина простору $C(S,X)$, то екстремальний елемент для величини (1) існує.*

Доведення. Нехай $\{g_m\}_{m=1}^{\infty}$ —екстремальна послідовність для величини (1). Оскільки V є слабко компактною множиною простору $C(S,X)$, то існує підпослідовність $\{g_{m_k}\}_{k=1}^{\infty}$ послідовності $\{g_m\}_{m=1}^{\infty}$, яка слабко збігається до $g^* \in V$. Переконаємось, що

$$\varphi(g^*) = \max_{s\in S} \left(\omega(s) \inf_{y\in a(s)} \|g^* - y\| \right) = \alpha_a^*(\omega,V). \tag{7}$$

Припустимо, що $\varphi(g^*) > \alpha_a^*(\omega,V)$. Тоді існує $\varepsilon > 0$ таке, що

$$\varphi(g^*) > \alpha_a^*(\omega,V) + \varepsilon. \tag{8}$$

Розглянемо множину

$$M=\{g:g\in C\left(S,X\right),\varphi(g)\le \alpha_a^*(\omega,V)+\varepsilon\}.$$

Згідно з твердженням 2 [2] функція $\varphi(g), g\in C\left(S,X\right)$, є опуклою та неперервною на $C\left(S,X\right)$. Тому M є опуклою та замкненою множиною простору $C\left(S,X\right)$. Згідно з (8) $g^*\notin M$.

За теоремою про відокремлення замкненої опуклої множини і точки, що цій множині не належить, (див., наприклад, [3, с. 31]) існують ненульовий функціонал $f\in X^*$ та число c такі, що

$$\mathrm{Re}\, f(g^*)>c\ge \mathrm{Re}\, f(g), g\in M. \tag{9}$$

Маємо $\lim\limits_{k\to\infty}\varphi(g_{m_k})=\alpha_a^*(\omega,V)$. Звідси випливає, що існує номер k_0 такий, що $g_{m_k}\in M$ для всіх $k\ge k_0$. Тоді з (9) отримуємо

$$\mathrm{Re}\, f(g^*)>c\ge \mathrm{Re}\, f(g_{m_k}),\ k\ge k_0. \tag{10}$$

Оскільки $\left\{g_{m_k}\right\}_{k=1}^{\infty}$ слабко збігається до $g^*\in V$, то $\lim\limits_{k\to\infty}\mathrm{Re}\, f(g_{m_k})=\mathrm{Re}\, f(g^*)$. Тому з (10) маємо $\mathrm{Re}\, f(g^*)>c\ge \mathrm{Re}\, f(g^*)$. Одержана суперечність доводить, що має місце рівність (7). Це означає, що g^* є екстремальним елементом для величини (1). Теорему доведено.

Список використаних джерел:

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

2. Гудима У. В. Задача найкращого у розумінні зваженої відстані від точки до множини рівномірного відновлення функціональної залежності, заданої неточно з допомогою багатозначного відображення/ У.В. Гудима, В.О. Гнатюк / Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки: зб. наук. праць/ Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова Національної академії наук України, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2015. – Вип. 12.– С.37-55.

3. Гольштейн Е.Г. Теория двойственности в математическом программировании и ее приложения/ Е.Г. Гольштейн.– М.: Наука, 1971. – 352с.

The some existence theorems of the optimal method of reconstitution of the best at sense of the weighting distance from point to set of uniform reconstitution of the functional dependence that is defined inaccurately by means of the continuous compact-valued maps by elements of the set of single-valued maps are proved in the article.

Keywords: *the existence theorems, the optimal method of reconstitution, the problem of the of the best at sense of the weighting distance from point to set.*

УДК 52 (07) +372.853

Дмитрук С.І., асистент

СУЧАСНА СИСТЕМА НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Стаття присвячена дослідженню проблеми здійснення навчального фізичного експерименту у сучасній школі. Досліджено основні складові експерименту, відображено позиції та погляди відомих науковців України.

Ключові слова: *дослід, експеримент, експериментатор, уміння, фізика.*

За умов нинішнього виробництва особливого значення набуває оволодіння працівниками прийомами експериментальної діяльності. Експеримент виступає, з одного боку, як спосіб вивчення явищ, а з іншого – як засіб доведення у розвитку наукового знання. Експериментальний метод пізнання дає можливість встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між явищами природи.

Як у науці, так і у навчанні пізнання у фізиці неможливе без колективного чи самостійного експериментування дослідниками, яке для експериментаторів є практично однаковим за своєю гносеологічною суттю. Проте, якщо для вченого невідоме є об'єктивним, то для школяра воно суб'єктивне. Процес будь-якого наукового пізнання полягає у послідовному розкритті спочатку якісного боку, а потім кількісного і, нарешті, їх єдності – встановлення міри. Лише дотримуючись послідовності наукового пізнання у процесі навчання можна досягнути свідомого і міцного засвоєння учнями навчального матеріалу. Основу розкриття кількісного аспекту в явищах, що вивчаються у школі, становить фізичний експеримент. У зв'язку з цим особливого значення набувають експерименти, які дають можливість вимірювати, встановлювати кількісні співвідношення між величинами у вигляді функцій, рівнянь тощо. Такі експерименти – дієвий засіб розумової діяльності учнів на уроках [3].

Фізика як одна з природничих наук завжди була і залишається наукою експериментальною. Навчальний експеримент у школі є основою вивчення фізики. Рівень знань і практичних умінь учнів перебуває у прямій залежності від якості їх експериментальної підготовки. Шкільний експеримент входить у систему методів навчання не лише фізики, але й інших природничо-математичних дисциплін. Фізичні досліди підводять учнів до розуміння сучасних методів дослідження, виробляють у них практичні вміння та навички. Завдяки навчальному фізичному експерименту учні оволодівають досвідом практичної діяльності людства в галузі здобуття фактів та їх попереднього узагальнення на рівні емпіричних уявлень, понять і законів. За таких умов він виконує функцію методу навчального пізнання, завдяки якому у свідомості учня утворюються нові зв'язки і відношення, формується суб’єктивно нове особистісне знання [4].

З іншого боку, навчальний фізичний експеримент дидактично забезпечує процесуальну складову навчання фізики, зокрема формує в учнів експериментальні вміння і дослідницькі навички, озброює їх інструментарієм дослідження, який стає засобом навчання. У процесі вивчення фізики практично завжди застосовується певна кількість самостійно виконуваних школярами дослідів та дослідів, які виконує вчитель під час демонстраційного експерименту. Різні концепції вивчення фізики передбачають збільшення кількості таких дослідів, їх урізноманітнення, диференціацію в залежності від дидактичної мети навчання.

Таким чином, навчальний фізичний експеримент як органічна складова методичної системи навчання фізики забезпечує формування в учнів необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та особистісного досвіду експериментальної діяльності, завдяки яким вони стають спроможними у межах набутих знань розв'язувати пізнавальні завдання засобами фізичного експерименту.

Слово експеримент походить від латинського experimentum (випробовування). Природодослідники під експериментом розуміють науково поставлений дослід, спостереження та аналіз досліджуваного явища у відповідних умовах, які дозволяють слідкувати за протіканням явища та відтворювати його кожний раз у повторенні цих умов. Складовими експериментального методу є: спостереження, порівняння, вимірювання та власне сам експеримент [2]. Сам експеримент може відбуватися з дослідницькою або критеріальною метою. Методисти вважають, що такий поділ можливий і в навчальному експерименті. Зазвичай під час проведення дослідницьких експериментів школярі одержують дані, які мають суб'єктивну новизну. А під час проведення критеріального експерименту спростовуються чи підтверджуються висунуті теоретичні положення.

Науковці під навчальним експериментом розуміють відтворення на уроці чи в позаурочний час за допомогою спеціальних приладів фізичного явища за умов, найбільш сприятливих для його вивчення. У навчальному процесі експеримент здебільшого виконує роль джерела знань, методу навчання та одного з видів наочності.

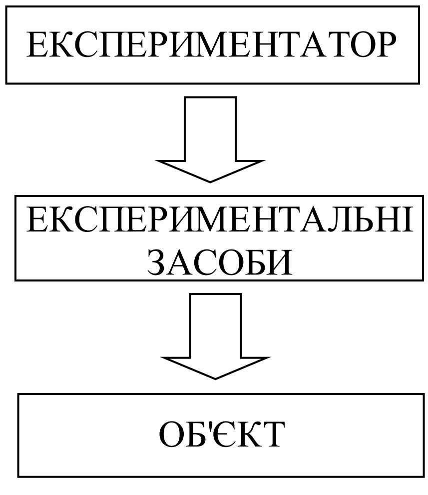


Рис. 1

Основні етапи вивчення фізики — спостереження явища, встановлення його зв'язків з іншими явищами чи процесами, введення величин, які його характеризують, — не можуть бути ефективними без застосування фізичних дослідів. Демонстрація дослідів на уроках, показ деяких з них за допомогою відео та телебачення, виконання учнями лабораторних дослідів складає основу експериментального методу навчання фізики в школі.

Яким би не був експеримент, він передбачає втручання за допомогою спеціальних приладів у протікання явищ чи досліджуваних процесів, виокремлення досліджуваних зв'язків, нейтралізацію сторонніх впливів, відтворення і неодноразове повторення піддослідних явищ у спеціальних умовах, контрольовану зміну умов протікання явищ, організованість та цілеспрямованість з метою зведення до мінімуму випадковості. Структурно фізичний експеримент представляють за допомогою схеми (рис. 1).

Таким чином, експеримент поділяють на три складових: експериментатор (суб'єкт діяльність), засоби експериментального дослідження (інструменти, прилади, установки), об'єкт (предмет експериментального дослідження). Перша компонента у взаємозв'язку структурних елементів є суб'єктивною, а друга та третя – об'єктивною стороною експерименту. Важлива роль засобів експериментального дослідження полягає у тому, що перераховані особливості експерименту можуть бути реалізовані лише завдяки цим засобам навчання.

Використання приладів та експериментального обладнання дозволяє розширити природню обмеженість органів чуття людини, які відображають оточуючий світ у порівняно вузькому діапазоні властивостей, які сприяють пристосуванню організму до середовища. Навчальний експеримент дозволяє успішно та ефективно формувати у школярів конкретні образи, які адекватно відображають у свідомості реально існуючі фізичні явища, процеси та закони, що їх об'єднують. Ефективно організований експеримент виступає дієвим засобом виховання таких важливих рис характеру особистості, як наполегливість у досягненні поставленої мети, точність в одержанні даних та обробці фактів, уміння спостерігати та виділяти у розглядуваних явищ їх суттєві ознаки та ін.

Відомий науковець С.П. Величко зазначає, що в навчальному процесі з фізики експеримент є:

1) джерелом суб'єктивно нових для учнів емпіричних фактів, що врешті-решт сприяє розвитку і становленню теоретичного знання;

2) необхідним чинником у формуванні понятійного концептуального змісту та ідеалізованих об'єктів теоретичного знання, на основі якого з'являється і відтворюється суб'єктивно нове знання;

3) засобом ілюстрації теоретичних побудов і висновків, забезпечуючи їм зв'язок з об'єктивною дійсністю та вихід теоретичних знань у сферу їх практичної діяльності, тобто ілюструє використання теорій на практиці.

Навчальний фізичний експеримент не може існувати та розвиватися сам по собі. Він створюється та поліпшується у відповідності з рівнем розвитку школи та методики навчання фізики як галузі педагогічної науки. Одним із завдань нинішньої школи є озброєння учнів певною системою умін практичного характеру, тобто виникає необхідність приділяти більше уваги лабораторним заняттям, на яких відбувається в основному формування таких умінь, озброєння їх експериментальним методом пізнання.

Щоб учні мали змогу одержати глибокі та міцні знання, щоб у них були сформовані важливі практичні уміння, необхідна чітка скоординованість вчителів природничо-математичних дисциплін у застосуванні різноманітних видів навчального експерименту.

Б.Ю.Миргородський зазначав, що «найефективнішою буде така система навчального експерименту, в якій методи і прийоми відображатимуть сучасні методи пізнання, а обладнання, крім постановки дослідів, цінних з педагогічного погляду, дасть змогу: а) відтворювати досліди, що становлять основу фізичної науки; б) встановлювати найважливіші кількісні закономірності й вимірювати основні фізичні величини, які вивчаються в школі; в) показувати принципово важливі практичні використання фізичних явищ» [1, с. 2].

Наразі в школі існує чітка система навчального природничо-математичного експерименту, доцільність якої підтверджена часом. Вона ґрунтується на ідеї поступового підвищення самостійності учнів у процесі здобуття знань за допомогою експерименту та формування експериментальних умінь (організаційна ознака). Система сучасного навчального експерименту містить у собі: демонстраційні досліди, фронтальні лабораторні роботи (у хімії та біології – лабораторні досліди), короткочасні фронтальні досліди, експериментальні задачі, фізичний практикум (у хімії та біології – практичні заняття), позакласні та домашні досліди та спостереження.

Деякі аспекти такої проблеми частково описані в дослідженнях Л.І.Анциферова, С.П.Величка, П.О.Знаменского, Є.В.Коршака та інших. Як показали результати, система для формування експериментальних умінь старшокласників, яка б прогнозувала якісні результати в практиці навчання фізики, достатньою мірою не вивчена і задає напрям нашого дисертаційного дослідження.

Список використаних джерел:

1. Миргородський Б. Ю. Проблеми шкільного навчального експерименту з фізики / Б. Ю. Миргородський // Викладання фізики в школі: 36. ст. За ред. Є. В. Коршака. — К.: Рад. шк., 1978. — 153 с.

2. Основы методики преподавания физики в средней школе / В. Г. Разумовский, А. И. Бугайов, Ю. И. Дик [Под ред. А. В. Перышкина, В. Г. Разумовского, В. А. Фабриканта]. – М. : Просвещение, 1984. – 398 с.

3. Сиротюк В. Д. Система завдань для формування в учнів вимірювальних умінь і навичок / В. Д. Сиротюк, Т. П. Гордієнко // Вісник Чернігівського держ. пед. ун-ту імені Т. Г. Шевченка. – Вип. 3 – Серія : Педагогічні науки : Збірник. – Чернігів : ЧДПУ, 2000. – №3. – С. 263–267.

4. Усова А. В. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики / А. В. Усова, А. А. Бобров. – М. :Просвещение, 1988. – 112 с.

The article investigates the problem of implementation of educational physical experiment in modern school. The basic components of the experiment shows the positions and opinions of famous scientists of Ukraine.

Keywords: *research, experiment, experimenter, skill, physics.*

УДК 378.041 – 057.87

Думанська Т.В., асистент

ЕТАПИ ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ КОМПЕТЕТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ ЕКОНОМІКИ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

У статті виділено етапи формування математичних компетентностей майбутніх бакалаврів економіки під час навчання вищої математики.

Ключові слова: *вища математика, математичні компетентності, бакалавр економіки, етап.*

Постановка проблеми. На сьогодні у ВНЗ переважає вузькодисциплінарний підхід до викладання, який дозволяє здійснювати навчання на достатньому науковому рівні, проте обмежує можливості ініціативи самого студента. Замість моделювання реального світу виробничих відносин, де майбутній фахівець планує працювати, все частіше зводиться лише до навчальної, технологічної та виробничої практики, під час яких студент виконує домашні завдання, спрямовані лише на закріплення навчального матеріалу, без його співвідношення з дійсністю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У контексті зазначеної проблеми особливої уваги заслуговують праці українських (Г. Я. Дутка, Л. І. Нічуговська) та російських науковців (І. А. Байгушева, Н. О. Бурмістрова), які досліджували проблеми формування математичних компетентностей студентів економічних спеціальностей.

Мета статті. Виділити етапи формування математичних компетентностей майбутніх бакалаврів економіки під час навчання вищої математики.

Виклад основного матеріалу. *Етап* – окремий момент, період, стадія в розвитку [4, с. 220]. На думку Г. Я. Дутки [3, с. 270-271] процес вивчення математичних дисциплін у вищому навчальному закладі має проходити три етапи свого розвитку: *загальнорозвиваючий* (можливості формування математичної компетентності обмежені загальним розвитком студента), *орієнтаційно-професійний* (стимулювання у студентів розуміння значимості вмінь синтезувати знання різних галузей наук, набуття знань про математичні моделі та методи їх дослідження та інше) і *загальнопрофесійний* (стимулювання вмінь синтезувати знання через здатність розв’язувати типові професійні завдання з використанням математичних методів).

О. М. Токарчук [5, с. 22-23] вважає доцільним таке виокремлення етапів формування професійної математичної компетентності (ПМК) майбутнього економіста: *нормативно-пропедевтичний* (формування посереднього рівня цієї компетнтності, що відповідає загальній орієнтації випускника в сфері майбутньої професійної діяльності на основі навчання математичних дисциплін), *навчально-професійний* (формування достатнього рівня ПМК, який визначає можливість оптимальних дій під час вирішення типових, стандартних професійних завдань з використанням сучасного математичного інструментарію), *продуктивно-узагальнюючий* (формування професійного рівня ПМК, який відповідає високій мотиваційній, інтелектуальній, знаннєвій готовності до професійної діяльності в умовах економічного суспільства). Російська дослідниця І. А. Байгушева [1, с. 160] у своєму дисертаційному дослідженні виділяє чотири етапи математичної підготовки економістів на основі формування узагальнених методів розв'язування типових професійних задач: *адаптаційний, дисциплінарний, міждисциплінарний, професійний*.

Н. О. Бурмістрова [2], характеризуючи особливості використання економіко-математичних моделей для організації навчання математики, розглядає практичний аспект проблеми дослідження – технологію методу математичного моделювання, що включає такі етапи: *переклад практичної ситуації на математичну мову* (знаходження функціональної залежності, складання рівнянь, нерівностей та інше); *розв'язування математичної задачі засобами вибраної теорії* (дослідження функції, диференціювання, інтегрування та інше); *переклад результату розв'язування математичної задачі на мову тієї галузі, де була сформульована початкова задача*.

Проаналізувавши деякі наукові дослідження і врахувавши стан сучасної проблеми проведення занять з вищої математики для студентів перших курсів економічних спеціальностях, приходимо до необхідності зосередження уваги на таких **етапах формування математичної компетентності** майбутніх економістів:

– ***мотиваційний етап*** (формування у студентів: бажання працювати над вивченням дисципліни „Вища математика"; системи мотивів, цілей, потреб і прагнень до її вивчення; удосконалення знань, умінь і досвіду математичної діяльності);

– ***загальнорозвиваючий (дисциплінарний)*** (формування базових математичних компетентностей (обчислювальної, графічної, аналітичної, логічної, процедурної, інформаційно-комп'ютерної), рівень сформованості яких свідчить про володіння математичними знаннями, уміннями та навичками);

– ***міждисциплінарний*** (формування математичних компетентностей, таких як дослідницька, творча, прогностична, комунікативна (економіко-математична термінологія), завдяки належному рівню сформованості яких студенти вміють розв'язувати професійні задачі).

Варто зазначити, що етапи формування математичних компетентностей бакалаврів економіки не мають чітких меж, іноді етапи протікають паралельно.

Висновки. Організація навчального процесу математичної підготовки відповідно до виділених етапів сприяє розвитку у студентів економічних спеціальностей умінь ставити ціль своєї навчально-пізнавальної діяльності, планувати її і реалізовувати, передбачати результати власних дій, що в кінцевому результаті приводить до удосконалення їх математичних компетентностей.

Список використаних джерел:

1. Байгушева, И. А. Методическая система математической подготовки экономистов в вузе на основе формирования обобщенных методов решения типовых профессиональных задач [Текст]: дис. … доктора пед. наук: 13.00.02 / Байгушева Инна Анатольевна. – Астрахань, 2015. – 422 с.

2. Бурмистрова, Н. А. Характеристика основных этапов моделирования экономических процессов при обучении математике будущих специалистов финансово-кредитной сферы [Текст] / Н.А. Бурмистрова // Математика и информатика: наука и образование: Межвузовский сб. науч. трудов. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2009. – Вып. 8. – С. 73-79.

3. Дутка Г. Я. Проблема формування математичної компетентності у професійній підготовці майбутніх економістів / Г. Я. Дутка // Вісник Університету банківської справи Національного банку України. – 2013. – №2. – С. 268-273.

4. Великий тлумачний словник сучасної української мови / укл. О. Єрошенко. – Донецьк: ТОВ „Глорія Трейд”, 2012. – 864 с.

5. Токарчук О. М. Математична компетентність як складова професійної підготовки майбутнього економіста [Електронний ресурс] / О. М. Токарчук // Наукові записи Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Педагогіка. – 2012. – №3. – С. 18-24. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/NZTNPU ped 2012 3 6. pdf

The article highlighted the stages of formation of mathematical competence of bachelor of economics while studying higher mathematics.

Keywords: *higher mathematics, mathematical competence, Bachelor of Economics, stage.*

УДК 512.552

Зеленський О. В., кандидат фізико-математичних наук, доцент

КРИТЕРІЙ ЕКВІВАЛЕНТНОСТІ МАТРИЦЬ ПОКАЗНИКІВ НА МОВІ ВАГОВИХ ФУНКЦІЙ

У роботі встановлено критерій еквівалентності матриць показників.

Ключові слова: *матриця показників, допустимий сагайдак матриці показників, еквівалетні матриці показників.*

Один із аспектів теорії кілець є вивчення властивостей кілець за допомогою теорії графів. Кожний черепичний порядок повністю визначається своєю матрицею показників і дискретно нормованим кільцем. Багато властивостей таких кілець повністю визначаються їх матрицями показників, зокрема, сагайдаки таких кілець. Порівняно недавно матриці показників стали окремим об'єктом вивчення. В роботі продовжуються дослідження матриць показників. В роботі встановлено критерій еквівалентності матриць показників.

Означення 1. Матриця $E=(\alpha_{ij})\in M_n(Z)$ ($M_n(Z)$ – це кільце матриць розмірності n з цілими елементами), для якої виконуються наступні умови:
1) $\alpha_{ij} + \alpha_{jk} \geq \alpha_{ik}$ для всіх $i, j, k = 1, \dots, n$,

2) $\alpha_{ii} = 0$ для всіх i=1, … , n,
називається *матрицею показників*. Матриця показників, для якої виконується умова
3) $\alpha_{ij} + \alpha_{ji} \geq 1$ для всіх $i, j \in \{1,\dots, n\}$ $(i \neq j)$
називається *зведеною матрицею показників*.

Нехай $\mathrm{E}=(\alpha_{ij})$ – зведена матриця показників. Введемо матрицю $\mathrm{E}^{(1)}=(\beta_{ij})=\mathrm{E}+E_n \in M_n(\mathrm{Z})$, де E_n – одинична матриця. Введемо матрицю $\mathrm{E}^{(2)}=(\gamma_{ij})\in M_n(\mathrm{Z})$: $\gamma_{ij}= \min\limits_k\{\beta_{ik}+\beta_{kj}\}$.

Означення 2. Сагайдаком зведеної матриці показників $Q=Q(\mathrm{E})$ називається сагайдак, матриця суміжності якого задається формулою $[Q]= \mathrm{E}^{(2)}- \mathrm{E}^{(1)}$.

Теорема 1. Якщо Е – зведена матриця показників, $Q=Q(\mathrm{E})$–сагайдак матриці показників, то матриця $[Q]$ є (0, 1) – матрицею суміжності сильно зв'язного сагайдака.

Означення 3. Зведені матриці показників E_1 і E_2 називається еквівалентними, якщо одну можна отримати з іншої за допомогою елементарних перетворень двох типів:

1) Відняти ціле число t від елементів $i^{го}$ рядка та добавити це число до елементів $i^{го}$ стовпчика,
2) Поміняти місцями два рядки і поміняти місцями два стовпчика з такими ж номерами.

Означення 4. Сагайдак Q називається *допустимим*, якщо існує зведена матриця показників E, така що $Q(\mathrm{E}) =Q$.

Означення 5. Сагайдак $Q=(VQ, AQ)$ називається зваженим, якщо визначена функція $\omega : AQ \to \mathbb{Z}$. Функція ω називається ваговою, а її значення на стрілці називається вагою стрілки. Якщо $Q=Q(\mathrm{E}) =(q_{ij})$ то $\omega(q_{ij})=\alpha_{ij}$.

Сума ваг всіх стрілок шляху називається вагою шляху.

Теорема 2. Сильно зв'язний сагайдак $Q=(VQ, AQ)$ є допустимим тоді і тільки тоді, коли існує вагова функція $\omega : AQ \to \mathbb{Z} \cup \{\varnothing\}$, яка задовольняє наступним умовам:

1) вага стрілки з точки i у точку j менша за вагу шляху з точки i у точку j довжини $l\geq 2$,

2) вага петлі в точці i менше за вагу будь-якого циклу, що проходить через точку i, довжини $l\geq 2$,

3) вага будь-якого циклу більше або дорівнює 1,

4) вага петлі дорівнює 1,

5) через кожну точку без петлі проходить цикл довжини $l\geq 2$, вага якого дорівнює 1. [4].

Наслідок. Згідно умов (4) та (5) через кожну точку допустимого сагайдака проходить цикл ваги 1.

Означення 6. Простий цикл в сагайдаку $Q=(VQ, AQ)$, вага якого дорівнює 1, будемо називати *одиничним.*

Твердження 2 . В допустимому сагайдаку Q=(VQ, AQ), між вершинами одиничного циклу не існує інших стрілок, окрім стрілок цього циклу.

Лема 1. Нехай $E=(\alpha_{ij})\in M_n(Z)$ еквівалентна $A=(a_{ij})$ за допомогою перетворення тільки першого типу. Тоді $\alpha_{i_1 i_2}+\alpha_{i_2 i_3}+...+\alpha_{i_{k-1} i_k}+\alpha_{i_k i_1}=$ $a_{i_1 i_2}+a_{i_2 i_3}+...+a_{i_{k-1} i_k}+a_{i_k i_1}$.

Доведення. Довільне перетворення першого типу має вигляд

$$a_{ij}=\alpha_{ij}+t_i-t_j$$

для деякого набора цілих чисел t_1, t_2, …, t_n. Тоді

$a_{i_1 i_2}+a_{i_2 i_3}+...+a_{i_{k-1} i_k}+a_{i_k i_1}=(\alpha_{i_1 i_2}+t_{i_1}-t_{i_2})+a_{i_2 i_3}+...+a_{i_{k-1} i_k}+a_{i_k i_1}$

Не зменшуючи загальності можна вважати, що елементарне перетворення першого типу змінює елемент $\alpha_{i_1 i_2}$ (для інших елементів міркування аналогічні). Якщо від i_1 –го рядка матриці E відняти t та до i_1 –го стовбця додати t, то елемент $\alpha_{i_1 i_2}$ зменшиться на t, елемент $\alpha_{i_k i_1}$ збільшиться на t тому сума $\alpha_{i_1 i_2}+\alpha_{i_2 i_3}+...+\alpha_{i_{k-1} i_k}+\alpha_{i_k i_1}$ не зміниться. Аналогічно, якщо від i_2 –го рядка матриці E відняти t та до i_2 –го стовбця додати t то елемент $\alpha_{i_2 i_3}$ зменшиться на t, елемент $\alpha_{i_1 i_2}$ збільшиться на t тому сума $\alpha_{i_1 i_2}+\alpha_{i_2 i_3}+...+\alpha_{i_{k-1} i_k}+\alpha_{i_k i_1}$ не зміниться. **Лема доведена.**

Наслідок. Елементарне перетворення не змінює суму елементів

Теорема 3. Якщо матрицю $E_2=(\alpha_{ij})\in M_n(Z)$ можна отримати з матриці $E_1=(r_{ij})\in M_n(Z)$ за допомогою елементарних перетворень першого типу та перші рядки матриць E_1 та E_2 співпадають то $E_1=E_2$.

Доведення. З леми 1 випливає що елементарні перетворення першого типу не змінюють суму елементів циклу: $\alpha_{12}+\alpha_{21}=r_{12}+r_{21}$. Крім цього $\alpha_{12}=r_{12}$ (перший рядок матриць співпадає), тому $\alpha_{21}=r_{21}$. Аналогічно $\alpha_{j1}=r_{j1}$, для j=3, …, n. Отже, перші стовпчики матриць E_1, E_2 співпадають. Аналогічно маємо $\alpha_{1j}+\alpha_{jk}+\alpha_{k1}=r_{1j}+r_{jk}+r_{k1}$, $\alpha_{1j}=r_{1j}$, $\alpha_{k1}=r_{k1}$, звідси $\alpha_{jk}=r_{jk}$

для j, k=2, …,n. Отже, $E_1=E_2$. Теорема доведена.

Означення 7. За множиною M елементів матриці показників $E=(\alpha_{ij})\in M_n(Z)$ можна побудувати неорієнтований граф $G(M)$: $VG=\{1, 2, \dots, n\}$, $AG=\left\{\sigma_{ij} \mid \alpha_{ij}\in M\right\}$.

Для двох матриць показників $E_1=(r_{ij})$ та $E_2=(\alpha_{ij})$ з $M_n(Z)$ розглянемо множину M, яка містить тільки ті елементи матриць, для яких $r_{ij}=\alpha_{ij}$ (але не обов'язково всі такі елементи).

Теорема 4. Нехай матрицю $E_2=(\alpha_{ij})\in M_n(Z)$ можна отримати з матриці $E_1=(r_{ij})\in M_n(Z)$ за допомогою елементарних перетворення першого типу. Якщо $G(M)$ – зв'язний граф, то то $E_1=E_2$, якщо ж граф $G(M)$ – не зв'язний, то можливо, що $E_1\neq E_2$.

Доведення. Нехай $G(M)$ – зв'язний граф і $\alpha_{ij} = r_{ij} \in M$. (1).
За лемою 1 $\alpha_{ij} + \alpha_{ji} = r_{ij} + r_{ji}$, тому

$$\alpha_{ji} = r_{ji}. \quad (2)$$

Доведемо, що $\alpha_{xy} = r_{xy}$, для довільних $x, y \in \{1, \ \ , n\}$. Зафіксуємо індекси x, y. Оскільки граф $G(M)$ — зв'язний, то існує простий шлях, який починається у вершині y та закінчується у вершині x. Нехай це буде шлях ($y=i_1$, i_2, … , $i_k=x$). З лемою 1

$$\alpha_{i_1 i_2} + \alpha_{i_2 i_3} + \ldots + \alpha_{i_{k-1} i_k} + \alpha_{i_k i_1} = r_{i_1 i_2} + r_{i_2 i_3} + \ldots + r_{i_{k-1} i_k} + r_{i_k i_1}, \quad (3)$$

де $\alpha_{i_1 i_2} \in M$ або $\alpha_{i_2 i_1} \in M$. Тому з (1) або (2) випливає, що $\alpha_{i_1 i_2} = r_{i_1 i_2}$.
Аналогічно $\alpha_{i_2 i_3} = r_{i_2 i_3}$, …, $\alpha_{i_{k-1} i_k} = r_{i_{k-1} i_k}$. (4)

Тоді з (3) та (4) одержимо, що $\alpha_{i_k i_1} = r_{i_k i_1}$, тобто $\alpha_{xy} = r_{xy}$. Отже, $E_1=E_2$.

Нехай граф G — не зв'язний , тоді граф G розбивається на компоненти зв'язності. Нехай перша компонента зв'язності складається з вершин: i_1, i_2, …, i_k. Якщо в матриці E_1 виконати елементарні перетворення першого типу для рядків та стовпчиків з номерами i_1, i_2, …, i_k від i_p–го рядка відняти число t та додати його до i_p–го стовпчика, для всіх $p \in \{1, …, k$, то отримаємо нову матрицю у якої елементи, що знаходяться на перетині i_1-го, i_2-го, …, i_k-го рядків та i_1-го, i_2-го, …, i_k-го стовпчиків не зміняться, бо $\alpha_{ij} = r_{ij} + t_i - t_j$, $t_i=t_j=t$. Оскільки граф G не зв'язний, то при виконанні елементарних перетворень елементи множини M, які не належать першій компоненті зв'язності також не зміняться. Якщо припустити, що деякий елемент, який не належать першій компоненті зв'язності, зміниться, то тоді в графі G є ребро між першою компонентою зв'язності та вершиною іншої компоненти, що неможливо. Отже, після виконання наведених вище елементарних перетворень елементи множини M не зміняться, але матриця показників до перетворень відрізняється від матриці показників після перетворень. Теорема доведена.

Наступна лема є узагальненням леми 1.

Лема 2. Нехай i_1, i_2, …, i_k — впорядкований набір індексів і множина M з k елементів задовольняє умові: для кожного t або $\alpha_{i_t i_{t+1}} \in M$ або $\alpha_{i_{t+1} i_t} \in M$ (вважаємо, що $i_{k+1}=i_1$).

Нехай $a_t = \begin{cases} \alpha_{i_t i_{t+1}} \ \textit{якщо}\ \alpha_{i_t i_{t+1}} \in M \\ \alpha_{i_{t+1} i_t} \ \textit{якщо}\ \alpha_{i_{t+1} i_t} \in M \end{cases}$, $s_t = \begin{cases} 1, \textit{якщо}\ \alpha_{i_t i_{t+1}} \in M \\ -1, \textit{якщо}\ \alpha_{i_{t+1} i_t} \in M \end{cases}$.

Тоді перетворення першого типу не змінюють суму

$$s_1 a_1 + s_2 a_2 + \ldots + s_k a_k. \quad (5)$$

Доведення. Позначимо $S_{ij}=\alpha_{ij}+\alpha_{ji}$. Перетворимо суму $s_1 a_1 + s_2 a_2 + \ldots + s_k a_k$ наступним чином: доданки, для яких $s_i=1$, залишимо без змін: $s_t a_t=\alpha_{i_t i_{t+1}}$, а доданки, для яких $s_i=-1$, перетворимо:

$$(-1)a_t = (-1)\alpha_{i_{t+1} i_t} = (-1)(S_{i_t i_{t+1}} - \alpha_{i_t i_{t+1}}) = \alpha_{i_t i_{t+1}} - S_{i_t i_{t+1}}.$$

Після перетворення сума (5) має вигляд: $\sum_{t:s_t=1} \alpha_{i_t i_{t+1}} - \sum_{t:s_t=-1} S_{i_t i_{t+1}}$. За лемою 1 перетворення першого типу не змінюють суму $\sum_{t=1}^{k} \alpha_{i_t i_{t+1}}$ та суми $S_{i_t i_{t+1}}$. Лема доведена.

Приклад 1. Нехай E=$\begin{pmatrix} 0 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 0 \end{pmatrix}$, $M = \{\alpha_{12}, \alpha_{13}, \alpha_{42}, \alpha_{43}\}$,

впорядкований набір індексів – {1, 2, 4, 3. Тоді
$a_1 = \alpha_{12}, s_1 = 1, a_2 = \alpha_{42}, s_1 = -1, a_3 = \alpha_{43}, s_1 = 1, a_4 = \alpha_{13}, s_4 = -1$. За лемою 2 перетворення першого типу не змінюють вираз $\alpha_{12} - \alpha_{42} + \alpha_{43} - \alpha_{13}$.

Приклад 2. Нехай E=$\begin{pmatrix} 0 & \alpha_{12} & \alpha_{13} \\ \alpha_{21} & 0 & \alpha_{23} \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & 0 \end{pmatrix}$, $M = \{\alpha_{12}, \alpha_{13}, \alpha_{23}\}$

впорядкований набір індексів – $\{1, 2, 3\}$. Тоді
$a_1 = \alpha_{12}, s_1 = 1, a_2 = \alpha_{23}, s_1 = 1, a_3 = \alpha_{13}, s_1 = -1,$ і за лемою 2 перетворення першого типу не змінюють вираз $\alpha_{12} + \alpha_{23} - \alpha_{13}$.

Теорема 5. Елементи множини M матриці показників E=$(\alpha_{ij}) \in M_n(\mathrm{Z})$, які не знаходяться на головній діагоналі, перетвореннями першого типу можна перетворити в довільні цілі числа тоді і тільки тоді, коли граф $G(M)$ є ациклічним.

Доведення. Якщо граф $G(M)$ містить цикл, то за лемою 2 перетворення першого типу не змінюють суму $s_1 a_1 + s_2 a_2 + ... + s_k a_k$.
Тому в загальному випадку всі елементи матриці, які відповідають циклу в графі G неможливо перетворити в довільні цілі числа..

Доведемо, якщо граф G— ациклічний, то перетвореннями першого типу елементи множини M можна перетворити в довільні цілі числа. Оскільки граф G — ациклічний, то він є лісом, тобто складається з дерев. Розглянемо дерево, яке містить першу вершину. Нехай вершина 1 буде коренем дерева. До першого рівня віднесемо всі вершини які з'єднані з коренем. Позначимо множину вершин першого рівня N_1. До другого рівня віднесемо всі вершини, для яких довжина найкоротшого шляху до кореня дорівнює 2. Позначимо множину вершин другого рівня через N_2. Аналогічно означимо множини $N_3, \ldots, N_k$. Зауважимо, що довільна вершина дерева (крім кореня) з'єднана з вершинами нижчого рівня тільки одним ребром(в протилежному випадку існує цикл). Для кожної вершини $x \in N_1$ виконаємо перетворення першого типу: від елементів x-го стовчика віднімаємо число α_{1x} та додамо це число до елементів x-го рядка.). Для кожної вершини $y \in N_2$ виконуємо перетворення першого типу: від елементів y-го стовчика віднімаємо число α_{xy} (де $x \in N_1$, x — це деяка вершина першого рівня дерева з якою з'єднана y) та додамо це число до y-го рядка. Далі продовжимо цей процес для третього рівня дерева і т д. Коли ми пройдемо всі рівні дерева перейдемо до наступного дерева. Після завершення перетворень елементи множини M будуть дорівнювати нулю. Аналогічними міркуваннями елементи множину M в довільні цілі числа. Теорема доведена.

Теорема 6. Матрицю показників E_2 можна одержати з матриці E_1 за допомогою елементарних перетворень тоді і тільки тоді, коли сагайдак $Q(E_1)$ ізоморфний сагайдаку $Q(E_2)$ та вага простих циклів сагайдака $Q(E_1)$ дорівнює вазі відповідних простих циклів сагайдака $Q(E_2)$.

Доведення. Спочатку зауважимо, що довільний цикл сагайдака можна подати як об'єднання простих циклів. Тому якщо в сагайдаках рівна вага відповідних простих циклів, то і рівна вага відповідних довільних циклів.

Перетворенням другого типу зведеної матриці показників відповідає пере нумерація вершин сагайдака Q. При перетвореннях першого типу сагайдак не змінюється. Тому перетвореннями другого типу матрицю E_1 можна перетворити до матриці E_{11} такої , що $Q(E_{11})=Q(E_2)$.

Нехай Q_1 — зважений сагайдак, який визначається матрицею показників E_{11}, Q_2 — зважений сагайдак, який визначається матрицею показників E_2.

Розглянемо довільний простий цикл сагайдака Q_1: $v_1 \to v_2 \to \ldots \to v_k \to v_1$. Якщо від елементів першого рядка відняти ціле число t , а до елементів першого стовпчика додати число t ,то вага стрілки (v_1, v_2) зменшиться на t, а вага стрілки (v_k, v_1) збільшиться на t, вага інших стрілок не зміниться. Отже, елементарне перетворення першого типу не змінює вагу циклу.

Доведемо, що якщо вага відповідних простих циклів сагайдаків Q_1 та Q_2 однакові, то матриці E_{11} та E_2 еквівалентні. Нехай в сагайдаках Q_1 та Q_2 відповідні цикли однакової ваги. З наслідку з теореми 2 випливає, що вершина допустимого сагайдака не має петлі тоді і тільки тоді, коли через неї проходить одиничний цикл. А з твердження 2 випливає, що одиничний цикл є простим. Отже, вершина одиничного сагайдака не має петлі тоді і тільки тоді, коли через неї проходить простий одиничний цикл. Оскільки відповідні прості цикли мають однакову вагу, то відповідні вершини сагайдаків Q_1 та Q_2 одночасно або мають петлю або ні.

Перетворимо E_{11} в E_2 перетворення першого типу. За теоремою 5 перетвореннями першого типу можна зробити перший рядок матриць E_{11} з нульовим. Нехай $E_{11}=(\alpha_{ij})$, $E_2=(r_{ij})$. За означенням вагової функції α_{xy} – мінімальна вага шляху з вершини x у вершину y, α_{yx} – мінімальна вага шляху з вершини y у вершину x, тому $\alpha_{xy} + \alpha_{yx}$ – мінімальна вага циклу зваженого сагайдака Q_1, який проходить через вершини x та y. Аналогічно $r_{xy} + r_{yx}$ – вага найлегшого циклу зваженого сагайдака Q_2, який проходить через вершини x та y. Тому

$$\alpha_{xy} + \alpha_{yx} = r_{xy} + r_{yx} \qquad (6)$$

Аналогічно $\alpha_{xy} + \alpha_{yz} + \alpha_{yz}$ — мінімальна вага циклу зваженого сагайдака Q_1, який проходить через вершини x, y та z. $r_{xy} + r_{yz} + r_{yz}$ — мінімальна вага циклу зваженого сагайдака Q_2, який проходить через вершини x, y та z. Тому

$$\alpha_{xy} + \alpha_{yz} + \alpha_{zx} = r_{xy} + r_{yz} + r_{zx} \qquad (7)$$

Нехай ω_1 та ω_2 — вагові функції, що відповідають матрицям показників E_{11} та E_2. Змінимо спочатку вагову функцію ω_1 так, щоб вага відповідних стрілок сагайдаків, які починаються або закінчуються в першій вершині була однаковою. Тобто $\omega_1^*\left(\sigma_{1j}\right) = \omega_2\left(\sigma_{1j}\right)$, $\omega_1^*\left(\sigma_{j1}\right) = \omega_2\left(\sigma_{j1}\right)$, для всіх стрілок σ_{1j} та σ_{j1}.

Запишемо індекси $2 \le j_1, j_2, \ldots, j_k \le n$, для яких існує стрілка σ_{1j_k} або $\sigma_{j_k 1}$ (можливо обидві), у порядку зростання.

1) Якщо сагайдак містить стрілку σ_{1j_1} то від елементів стовпчика з номером j_1 матриці E_{11} потрібно відняти число $t = \omega_1(\sigma_{1j_1}) - \omega_2(\sigma_{1j_1})$ та додати число t до елементів рядка з номером j_1.

2) Якщо сагайдак містить стрілку $\sigma_{j_1 1}$ то від елементів рядка з номером j_1 матриці E_1 потрібно відняти число $t = \omega_1(\sigma_{j_1 1}) - \omega_2(\sigma_{j_1 1})$ та додати число t до елементів стовпчика з номером j_1.

3) Якщо сагайдак містить стрілку σ_{1j_1} та стрілку $\sigma_{j_1 1}$, то ці стрілки утворюють простий цикл. За умовою теореми $\omega_1(\sigma_{j_1 1}) + \omega_1(\sigma_{1j_1}) = \omega_2(\sigma_{j_1 1}) + \omega_2(\sigma_{1j_1})$, тому $\omega_1(\sigma_{1j_1}) - \omega_2(\sigma_{1j_1}) = \omega_1(\sigma_{j_1 1}) - \omega_2(\sigma_{j_1 1})$. Отже, в цьому випадку перетворення 1) рівносильне перетворенню 2).

Після виконання кожного перетворення отриманий сагайдак та матрицю показників знову позначимо через Q_1 та E_1.

Після того, як для всіх індексів $j_1, j_2, \ldots, j_k$ буде виконано перетворення 1) або 2), вага стрілок сагайдака Q_1, що починаються або закінчуються в першій вершині, дорівнює вазі відповідних стрілок сагайдака Q_2.

Цілком аналогічно для стрілок, які інцидентні другій вершині, за допомогою елементарних перетворень першого типу змінимо вагову функцію ω_1 так, щоб вага всіх відповідних стрілок, які починаються або завершуються в другій вершині, була однакова.

Запишемо індекси $2 \le i_1, i_2, \ldots, i_p \le$, для яких існує стрілка σ_{2i_p} або $\sigma_{i_p 2}$ (можливо обидві), у порядку зростання.

1) Якщо сагайдак містить стрілку σ_{2i_1} то від елементів стовпчика з номером i_1 матриці E_1 потрібно відняти число $t = \omega_1(\sigma_{2i_1}) - \omega_2(\sigma_{2i_1})$ та додати число t до елементів рядка з номером j_1.

2) Якщо сагайдак містить стрілку $\sigma_{i_1 2}$ то від елементів рядка з номером i_1 матриці E_1 потрібно відняти число $t=\omega_1(\sigma_{i_1 2})-\omega_2(\sigma_{i_1 2})$ та додати число t до елементів стовпчика з номером i_1.

3) Якщо сагайдак містить стрілку σ_{2i_1} та стрілку $\sigma_{i_1 2}$, то перетворення 1) рівносильне перетворенню 2).

Продовжуючи такі перетворення отримаємо $\omega_1=\omega_2$.

Висновок: Дві зведені матриці показників еквівалентні тоді і тільки тоді, коли вони мають ізоморфні сагайдаки, вага відповідних простих циклів яких однакова.

Список використаних джерел:

1. Hazewinkel M., Gubareni N., Kirichenko V. V., Algebras Rings and Modules, Mathematical and Its Applications, Springers, 2004, v.1, 380 p.

2. Hazewinkel M., Gubareni N., Kirichenko V. V., Algebras Rings and Modules, Mathematical and Its Applications, Springers, 2007, v.2, 400 p.

3. Kirichenko V. V., Zelenskiy O. V., Zhuravlev V. N. Exponent Matrices and Tiled Order over Discrete Valuation Rings, International Journal of Algebra and Computation. – 2005. – Vol. 15, № 5 & 6. – P. 1-16.

4. Журавлев В. Н. Допустимые колчаны / В.Н. Журавлев // Фундаментальная и прикладная математика. – 2008. – Том 14. –№ 7. – С. 121-128.

I consider quivers that appear in the theory of tiled orders. In the article researches the equivalence of exponent matrices.

Keywords: *exponent matrix, admissible quiver*.

УДК 517.5.

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

ПРО ПОВЕДІНКУ ВЕРХНІХ ГРАНЕЙ ВІДХИЛЕНЬ УЗАГАЛЬНЕНИХ СУМ ЗІГМУНДА ВІД $(\psi;\overline{\beta})$-ДИФЕРЕНЦІЙОВНИХ ФУНКЦІЙ В ІНТЕГРАЛЬНІЙ МЕТРИЦІ

Отримані асимптотичні оцінки для верхніх граней відхилень узагальнених сум Зігмунда від $(\psi;\overline{\beta})$-диференційовних функцій, де $\psi\in D_q$ в метриці L_p.

Ключові слова: *асимптотичні оцінки, узагальнені суми Зігмунда, $(\psi;\overline{\beta})$-диференційовність.*

Розглянемо множини $L^{\psi}_{\overline{\beta}}$ і класи $L^{\psi}_{\overline{\beta}}\mathfrak{R}$, які визначаються двома функціями натурального аргументу $\psi(k)$ і $\overline{\beta}=\overline{\beta}(k)=\beta_k$. Згідно [3] скажемо, що функція $f\in L(0;2\pi)_+$ із рядом Фур'є

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

$$a_k = a_k(f) = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} f(t)\cos kt\,dt, \quad k = 0,1,\ldots, \qquad b_k = b_k(f) = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} f(t)\sin kt\,dt,$$

належить множині $L^{\psi}_{\bar\beta}$, якщо ряд

$\sum_{k=1}^{\infty}\frac{1}{\varphi(k)}\left(a_k(f)\cos\left(kx+\frac{\beta_k\pi}{2}\right)+b_k(f)\sin\left(kx+\frac{\beta_k\pi}{2}\right)\right)$ є рядом Фур'є деякої функції $f^{\psi}_{\bar\beta}$ із $L(0;2\pi)$. Якщо $f \in L^{\psi}_{\bar\beta}$ і при цьому $f^{\psi}_{\bar\beta} \in \Re$, то кажуть, що $f(\cdot)$ належить до класу $L^{\psi}_{\bar\beta}\Re$.

Розглянемо, також, поліноми виду

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

де $n \in N, a_k(f), b_k(f)$ – коефіцієнти Фур'є функції $f(x), \varphi(\cdot) \in F, \sigma \in G$ (F – множина всіх неперервних, додатних і монотонно зростаючих до нескінченості функцій $\varphi(u), u \ge 1,$ а G – множина всіх двічі диференційовних на $[0,1]$ функцій $\sigma(u)$, що мають обмежені похідні другого порядку $\sigma''(u)$ і задовольняють умову: $\sigma(1)=1, \sigma(0)=0$). Ці поліноми називають узагальненими сумами Зігмунда. При $\sigma(u) \equiv 1$ поліноми (1) досліджувались В.Т. Гаврилюк [1]. У випадку довільних $\sigma \in G$ поліноми (1) вперше з'явилися у роботі О.О. Новікова [2]. При певних параметрах $\varphi \in F$ і $\sigma \in G$ ці поліноми перетворюються в деякі відомі класичні тригонометричні суми.

При кожному фіксованому $q \in [0,1]$ через D_q позначимо множину послідовностей $\varphi(k), k \in N,$ для яких

$$\lim_{k\to\infty}\frac{\psi(k+1)}{\psi(k)} = q_1, \lim_{k\to\infty}\frac{\psi(k+1)\varphi(k+1)\sigma\left(\frac{k+1}{n}\right)}{\psi(k)\varphi(k)\sigma\left(\frac{k}{n}\right)} = q_2, \tag{2}$$

де $q = \max\{q_1, q_2\}$.

Прикладом ядер, коефіцієнти $\psi(k)$ яких задовільняють умову (2) є ядра

$$P^q_{\bar p}(t) = \sum_{k=1}^{\infty} q^k \cos\left(kx - \frac{\beta_k\pi}{2}\right), q \in (0,1), \beta_k \in R, \tag{3}$$

які при $\beta_k = \beta$ є відомими ядрами Пуассона і позначаються через $P^q_\beta(\cdot)$. Класи $L^{\psi}_{\bar\beta}\Re$, що породжуються ядрами (3), позначаються $L^q_{\bar\beta}\Re$.

Через $L_p, 1 \le p \le \infty$ позначимо простір функцій $f \in L$ зі скінченною нормою $\|f\|_p$, де при $p \in [1;\infty)$: $\|f\|_p = \|f\|_{L_p} = \left(\int_0^{2\pi}|f(t)|^p dt\right)^{1/p}, L_1 = L,$ а при $p = \infty$ $\|f\|_\infty = ess\sup|f(t)|$.

Одиничну кулю в L_p позначатимемо U_p і вважатимемо, що $L_{\bar{\beta}}^{\psi} U_p^0 = L_{\bar{\beta},p}^{\psi}$, $U_p^0 = \{g : g \in U_p,\ g \perp 1\}$.

Дослідимо величини $\rho_n(f,x) = f(x) - U_n^{\varphi,\sigma}(f,x)$ відхилень узагальнених сум Зігмунда порядку $n-1$ від функцій $f \in L_{\bar{\beta}}^{\psi}\mathfrak{R}$, де $\mathfrak{R}$ – деяка фіксована підмножина з $L_p, 1 \le p, s \le \infty$ і верхні грані цих відхилень

$$E_{\text{n}}(L_{\bar{\beta}}^{\psi}\mathfrak{R})_s = \sup_{f \in L_{\bar{\beta}}^{\psi}\mathfrak{R}} \left\| f(x) - U_n^{\varphi,\sigma}(f,x) \right\|_s$$

з метою отримання для них асимптотичних рівностей, коли $\psi \in D_q, 0 < q < 1$.

Використаємо лему 1 ([4], ст.353), суть якої полягає в тому, що залишки $\rho_n(\psi_{\bar{\beta}})$ ядер $\psi_{\bar{\beta}}(T)$, що породжують класи $L_{\bar{\beta}}^{\psi}$ при $\psi \in D_q, 0 < q < 1, n \to \infty$ поводять себе приблизно так само, як і залишки $\rho_n(P_{\bar{\beta}}^q)$ ядер $P_{\bar{\beta}}^q(t)$.

Мають місце такі теореми.

Теорема 1. Нехай $1 \le p, s \le \infty, \psi \in D_q, q \in (0,1), \psi(k) > 0$. Тоді $\forall f \in L_{\bar{\beta}}^{\psi} L_p$ при $n \to \infty$ має місце формула

$$\left\| \rho_n(f) \right\|_s = \frac{1}{\varphi(n)} K_s^{\psi} + \psi(n)\left(q^{-n} \left\| \rho_n\left(I_{\beta}^q\left(f_{\bar{\beta}}^{\psi}\right)\right) \right\|_s\right) + O(1)\frac{\varepsilon_n E_n(f_{\bar{\beta}}^{\psi})_p}{(1-q)^2}, \tag{4}$$

де $\varepsilon_n = \sup \left| \dfrac{\psi(k+1)}{\psi(k)} - q \right|$, $O(1)$ і K_s^{ψ} – величини, рівномірно обмежені відносно параметрів n, p, q і β_k, $E(f) = \inf\limits_{t_{n-1}} \left\| f - t_{n-1} \right\|_s$ – найкраще наближення функції f в метриці L_s тригонометричними поліномами порядку $n-1$.

Теорема 2. Нехай $1 \le p, \quad s \le \infty$ і $\psi \in D_q, q \in (0,1), \psi(k) > 0$. Тоді при $n \to \infty$

$$E_{\text{n}}\left(L_{\bar{\beta},p}^{\psi}\right)_s = \frac{K_s^{\psi}}{\varphi(n)} + \psi(n)\left(q^{-n} E_{\text{n}}\left(L_{\bar{\beta},p}^{q}\right)_s + O(1)\frac{\varepsilon_n}{(1-q)^2}\right),$$ де $\sup\limits_{k \ge n} \left| \dfrac{\psi(k+1)}{\psi(k)} - q \right|$, а $O(1)$

і K_s^{ψ} – величини, рівномірно обмежені відносно параметрів n, p, q і β_k.

Список використаних джерел:

1. Гаврилюк В.Т. О характеристике класса насыщения $C_O^{\psi} L_{\infty}$ / В.Т. Гаврилюк // Укр. мат. журн. – 1986. –Т.38, №4. – с. 421-427.

2. Новиков О.А. Приближение классов непрерывных периодических функций линейными методами / О.А. Новиков. – К.,1991. – 38 с. – (Препр. /АН УССР. Ин-т математики, 91.50).

3. Степанец А.И. Классификация и приближение периодических функций /А.И.Степанец. – Киев: Наук. думка, 1887. – 268 с.

4. Степанец А.И. Методы теории приближения /А.И. Степанец. – Киев: Ин-т математики НАН Украины, 2002. – Ч.1. – 427 с.

The article determines asymptotic estimations for the precise upper border of deviations in the L_p *metric* $1 \le p \le \infty$ *of the generalized Zygmund sums on the classes (*2π*-pereodic)* $\overline{\psi}$*-differentiable functions,* $\psi \in D_q$.

Keywords: *generalized Zygmund sums, ordinal estimates,* $\overline{\psi}$ *-differentiable.*

УДК 518:517/965+96

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

ПОБУДОВА НАБЛИЖЕНИХ РОЗВ'ЯЗКІВ КРАЙОВОЇ ЗАДАЧІ ДЛЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-ФУНКЦІОНАЛЬНОГО РІВНЯННЯ

У статті досліджується питання застосування деяких наближених методів до краєвої задачі для диференціального-функціонального рівняння.

Ключові слова*: наближені методи, крайова задача, диференціально-функціональне рівняння.*

1. Крайові задачі для звичайних диференціально-функціональних рівнянь знаходять велике застосування в різних областях науки і природознавства. Побудова точних розв'язків цих задач можлива лише в окремих випадках, а ефективних методів побудови їх наближених розв'язків в науковій літературі розроблено ще мало. Найчастіше використовуються ітераційні та проекційні методи, а також методи, які органічно поєднують в собі ідеї цих методів, зокрема, проекційно-ітераційний метод та різні його модифікації [1-5].

У цій статті розглядається питання побудови наближених розв'язків крайової задачі для диференціально-функціонального рівняння при допомозі методу послідовних наближень та проекційного методу.

Для простих викладок вважатимемо, що потрібно знайти функцію $y(x)$, що задовольняє рівняння

$$\begin{aligned}(Ly)(x) = y''(x) + c(x)y'(x) + d(x)y(x) + p(x)y''(h(x)) + \\ + r(x)y'(h(x)) + s(x)y(h(x)) = f(x), \quad x \in (a,b),\end{aligned} \tag{1.1}$$

та умови

$$U_1[y] = \alpha y'(a) + \beta y(a) = 0, \ U_2[y] = \gamma y'(b) + \beta y(b) = 0, \tag{1.2}$$

$$y(x) = 0, \quad x \notin (a;b). \tag{1.3}$$

До крайової задачі (1.1) – (1.3) заміною

$$f(x) = \begin{cases} q(x) - p(x)\varphi''(h(x)), x \in (a, h^{-1}(a)), \\ q(x), x \in (h^{-1}(a), b) \end{cases}$$

зводиться крайова задача

$$(Ly)(x) = g(x), \ x \in (a,b), \ U_1[y] = U_2[y] = 0, \ y(x) = \varphi(x), \ x \in (h(a), a).$$

Вважатимемо, що коефіцієнти $c(x), d(x), p(x), r(x), s(x)$ визначені і обмежені на $[a,b]$, $g(x) \in L_2(a,b)$, $\alpha^2 + \beta^2 \ne 0$, $\gamma^2 + \delta^2 \ne 0$ і $|p(x)| \le \bar{p} < \infty$, $h'(x) \ge l > 0$, $x - h(x) \ge \sigma > 0$, $p(x) \equiv 0$ при $x \in (h(a), a)$. Функція $\varphi(x)$ двічі диференційована на $(h(a), a)$, причому $\varphi''(x) \in L_2(h(a), a)$.

2. Крайову задачу (1.1) – (1.3) з допомогою заміни

$$y''(x)+a(x)y'(x)+b(x)y(x)=u(x),\ U_1[y]=U_2[y]=0 \tag{2.1}$$
можна звести до інтегро-функціонального рівняння
$$u(x)+p(x)u\big(h(x)\big)=f(x)+\int_a^b K(x;t)u(t)dt,\ x\in(a,b), \tag{2.2}$$
$$u(x)=0,\ x\in\big(h(a),a\big).$$

Коефіцієнти $a(x)$ та $b(x)$, які знаходяться в нашому розпорядженні, підбираємо таким чином, щоб крайова задача (2.1) мала єдиний розв'язок при кожній функції $u(x)\in L_2(a,b)$ (його можна знайти в явному вигляді порівняно легко) і виконувались рівності
$$p(x)a\big(h(x)\big)-r(x)=0,\ p(x)b\big(h(x)\big)-s(x)=0,\ x\in\big(a,h^{-1}(x)\big). \tag{2.3}$$

Подамо рівняння (1.1) у вигляді
$$y''(x)+a(x)y'(x)+b(x)y(x)+p(x)\Big(y''\big(h(x)\big)+a\big(h(x)\big)y'\big(h(x)\big)+b\big(h(x)y\big(h(x)\big)\big)\Big)=$$
$$=f(x)+g(x)y'(x)+n(x)y(x)+l(x)y'\big(h(x)\big)+m(x)y\big(h(x)\big),$$
де $a(x)-g(x)=c(x)$, $b(x)-n(x)=d(x)$, $l(x)=p(x)a\big(h(x)\big)-r(x)$, $m(x)=p(x)b\big(h(x)\big)-s(x)$.

При згаданому вище виборі коефіцієнтів $a(x)$ та $b(x)$, по-перше, існує функція Гріна $G(x;t)$ така, що єдиний розв'язок задачі (2.1) виражається формулою
$$y(x)=\int_a^b G(x;t)u(t)dt,\quad x\in(a,b) \tag{2.4}$$
і, по-друге, враховуючи умову (2.3),
$$(By)(x)\equiv g(x)y'(x)+n(x)y(x)+l(x)y'\big(h(x)\big)+m(x)y'\big(h(x)\big)=g(x)y'(x)+n(x)y(x)+$$
$$+\begin{cases}0,\ x\in\big(a,h^{-1}(a)\big),\\ l(x)y'\big(h(x)\big)+m(x)y\big(h(x)\big),\ x\in\big(h^{-1}(a),b\big).\end{cases} \tag{2.5}$$

На основі формул (2.1), (2.4), (2.5) рівняння (2.4) легко подати у вигляді (2.2), де, очевидно
$$K(x;t)=(BG)(x;t)=g(x)G_x'(x;t)+n(x)G(x;t)+$$
$$+\begin{cases}0,\ x\in\big(a,h^{-1}(a)\big),\\ l(x)G_x'\big(h(x);t\big)+m(x)G\big(h(x);t\big),\ x\in\big(h^{-1}(a),b\big),\ t\in(a,b),\end{cases} \tag{2.6}$$
причому в силу умов (1.3), (2.3) при $x\in\big(h(a),a\big)$
$$u(x)=y''(x)+\frac{r\big(h^{-1}(x)\big)}{p\big(h^{-1}(x)\big)}+y'(x)+\frac{s\big(h^{-1}(x)\big)}{p\big(h^{-1}(x)\big)}y(x)=0. \tag{2.7}$$

Таким чином, ми показали, що крайова задача (1.1) – (1.3) рівносильна інтегро-функціональному рівнянню (2.2). Рівносильність розуміється в тому сенсі, що коли $y(x)$ — розв'язок задачі (1.1) – (1.3), то функція $u(x)=y''(x)+a(x)y'(x)+b(x)y(x)$ — розв'язок рівняння (2.2) і навпаки, якщо $u(x)$ — розв'язок рівняння (2.2), то функція $y(x)$, що визначається із задачі (2.1) — розв'язок крайової задачі (1.1) – (1.3).

Слід відмітити, що при зроблених вище припущеннях і властивостях функції Гріна з формули (2.6) випливає вірність співвідношення

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

в силу якого інтегральний оператор K, що визначається за формулою

$$(Kv)(x) = \int_a^b K(x;t)v(t)dt, \forall v(x) \in L_2(a,b)$$

відображає простір $L_2(a,b)$ в себе і є цілком неперервним.

Таким чином, крайова задача (1.1) – (1.3) рівносильна інтегро-функціональному рівнянню (2.2), питання щодо розв'язування якого детально розглядалось в [6]. Із сказаного, зокрема, випливає твердження.

Теорема 1. *Крайова задача (1.1) – (1.3) однозначно розв'язується* $\forall v(x) \in L_2(a,b)$ *тоді і тільки тоді, коли рівняння (2.2) має один розв'язок.*

В [6] показано, що рівняння (2.2) заміною $v(x) = (Su)(x)$, де оператор S має вигляд

$$(Su)(x) = \begin{cases} u(x), \ x \in (a, h^{-1}(a)), \\ u(x) + p(x)u\big(h(x)\big), x \in (h^{-1}(a), b), \end{cases}$$

зводиться до інтегрального рівняння Фредгольма другого роду із цілком неперервним оператором

$$(Tv)(x) = \int_a^b T(x;t)v(t)dt, \tag{2.8}$$

ядро якого можна записати у явному вигляді.

Отже, якщо одиниця — регулярне значення інтегрального оператора (2.8), то крайова задача (1.1) – (1.3) має єдиний розв'язок $y^*(x) \in L_2(a,b)$.

3. Ідея методу послідовних наближень стосовно задач (1.1) – (1.3) полягає в тому, що, виходячи із деякого початкового наближення, наступні наближення знаходимо з крайової задачі

$$(Ay_k)(x) = f(x) + \big(Ay_{k-1}\big)(x) - \big(Ly_{k-1}\big)(x), \quad x \in (a,b), \tag{3.1}$$

$$U_1[y_k] = U_2[y_k] = 0, \ y_k(x) = 0, \ x \in (h(a), a), \tag{3.2}$$

де

$$\begin{aligned}\big(Ay\big)(x) = y''(x) + a(x)y'(x) + b(x)y(x) + p(x)(y''\big(h(x)\big) + \\ + a\big(h(x)\big)y'\big(h(x)\big) + b\big(h(x)\big)y\big(h(x)\big),\end{aligned} \tag{3.3}$$

причому коефіцієнти $a(x)$ та $b(x)$, як було відмічено вище, підбираючи таким чином, щоб крайова задача (2.1) мала єдиний розв'язок при кожній функції $u(x) \in L_2(a,b)$.

Нехай

$$\big(Ay\big)(x) = y_k''(x) + a(x)y_k'(x) + b(x)y_k(x) = u_k(x), \ \ U_1[y_k] = U_2[y_k] = 0, \tag{3.4}$$

тоді в силу однозначної розв'язуваності цієї задачі

$$y_k(x) = \int_a^b G(x;t)u_k(t)dt, \quad x \in [a,b], \tag{3.5}$$

$$y_k\big(h(x)\big)=\int_a^b G\big(h(x)\big)u_k(t)dt,\quad x\in[h(b),b]. \tag{3.6}$$

Оскільки співвідношення (3.5), (3.6) виконуються при будь-якому $k\in N$, то, підставляючи їх у формули (3.2), (3.4), (3.3), (2.6), отримуємо

$$u_k(x)+p(x)u_k\big(h(x)\big)=f(x)+\int_a^b K(x;t)u_{k-1}(t)dt,\ x\in[a,b], \tag{3.7}$$

$$u_k(x)=0,\ x\in[h(a),a].$$

Отже, метод послідовних наближень (3.1), (3.2) розв'язування крайової задачі (1.1) – (1.3) зводиться до методу послідовних наближень розв'язування інтегро-функціонального рівняння (2.2). Збіжність останнього вивчена в [6]. Із викладених там результатів, зокрема, випливає твердження.

Теорема 2. *Метод послідовних наближень (3.1), (3.2) збігається тоді і тільки тоді, коли власні значення інтегрального оператора (2.8) лежать всередині одиничного круга з центром в початку координат.*

Відзначимо, що твердження цієї теореми вірне, якщо $\rho<1$, де

$$\rho=\left(\int_a^b\int_a^b T^2(x;t)dxdt\right)^{1/2}.$$

4. Згідно проекційного методу наближений розв'язок задачі (1.1) – (1.3) визначаємо з задачі

$$(Ly_n)(x)=f(x),\ U_1[y_k]=U_2[y_k]=0,\ \ x\in[a,b], \tag{4.1}$$

$$y_n(x)=0,\ x\in(h(a),a), \tag{4.2}$$

в якій

$$y_n(x)=\sum_{j=1}^n a_j\eta_j(x). \tag{4.3}$$

Невідомі коефіцієнти $a_j=a_j(n)$ знаходимо з умови

$$\int_a^b\big(f(x)-(Ly_n)(x)\big)\psi_i(x)dx,\ i=\overline{1,n}. \tag{4.4}$$

В описаному алгоритмі системи функцій $\{\eta_j(x)\}$, $\{\psi_i(x)\}$ визначаємо таким чином:

$$\begin{cases}(A\eta_i)(x)=\xi_i(x),\ x\in(a,b),\ i=\overline{1,n},\\ U_1[\eta_i]=U_2[\eta_i]=0,\ \eta_i(x)=0,\ x\in\big(h(a),a\big),\end{cases} \tag{4.5}$$

$$\begin{cases}\psi_i(x)+q(x)\psi_i(x)\big(h^{-1}(x)\big)=\mu\cdot\varphi_i(x),\ x\in\big(a,h(b)\big),\\ \psi_i(x)=\mu\cdot\varphi_i(x),\ x\in\big(h(b),b\big),\ i=\overline{1,n},\end{cases} \tag{4.6}$$

$$\xi_i(x)=\begin{cases}\varphi_i(x),\ x\in\big(a,h^{-1}(a)\big),\\ \varphi_i(x)+q(x)\varphi_i\big(h(x)\big),\ x\in(h^{-1}(a),b),\ i=\overline{1,n},\end{cases} \tag{4.7}$$

де $\{\varphi_i(x)\}$ — згадана вище ортогональна система функцій, $|q(x)|\le\bar q<\infty$, $\mu\neq0$ — деякий параметр, а оператор A має вигляд (3.3).

Підставляючи вираз (4.3) в формулу (4.4) і виконуючи нескладні перетворення, для визначення коефіцієнтів a_j отримуємо систему алгебраїчних рівнянь

$$\sum_{j=1}^{n} \beta_{ij} \alpha_j = b_i\,,\;\; i = \overline{1,n}\,,$$

в якій

$$\beta_{ij} = \int_a^b (L\eta_j)(x)\psi_i(x)dx,\; b_i = \int_a^b f(x)\psi_i(x)dx,\; i, j = \overline{1,n}\,.$$

Алгоритми (4.1) – (4.4) можна звести до проекційного методу розв'язування інтегро-функціонального рівняння (2.2). Дійсно введемо в розгляд нову систему функцій $\{\xi_i(x)\}$, що визначається при допомозі формул:

$$\eta_i''(x) + a(x)\eta_i'(x) + a(x)\eta_i(x) = \xi_i(x)\,,$$
$$U_l[\eta_i] = 0\,,\;\; i = \overline{1,n}\,,\; l = 1{,}2\,.$$

На основі цієї заміни з урахуванням формули (4.3) не викликає труднощів переконатися в справедливості співвідношення

$$y_n''(x) + a(x)y_n'(x) + b(x)y_n(x) = u_n(x),\; U_l[y_n] = 0\,,\;\; l = 1{,}2\,, \tag{4.8}$$

де покладено

$$u_n(x) = \sum_{j=1}^{n} a_j \xi_j(x)\,. \tag{4.9}$$

Приймаючи до уваги ці заміни, з допомогою формул (4.3), (3.3) легко встановити справедливість рівності

$$(Ay_n)(x) = u_n(x) + p(x)u_n(h(x)),\;\; x \in (a,b), \tag{4.10}$$

і трактуючи співвідношення (4.8) як крайові задачі, отримати

$$y_n(x) = \int_a^b G(x;t)u_n(t)dt. \tag{4.11}$$

Оскільки, як це випливає з формул (1.1), (3.3), (2.5),

$$(Ay_n)(x) - (Ly_n)(x) = (By_n)(x),\; x \in (a,b), \tag{4.12}$$

то, здійснюючи заміни (4.11), (4.8) у співвідношеннях (4.1), (4.4) і враховуючи при цьому формули (3.3), (4.12), (2.7), (4.10), (4.9), будемо мати

$$u_n(x) + p(x)u_n(h(x)) = f(x) + \int_a^b K(x;t)u_n(t)dt,\;\; x \in (a,b),$$
$$u_n(x) = 0,\;\; x \in (h(a),a), \tag{4.13}$$
$$\int_a^b r_n(x)\varphi_i(x)dx = 0,\quad i = \overline{1,n}, \tag{4.14}$$

$$r_n(x) = f(x) + \int_a^b K(x;t)u_n(t)dt - u_n(x) - p(x)u_n(h(x)). \tag{4.15}$$

Тепер видно, що співвідношення (4.13) – (4.15) — це проекційний метод розв’язування інтегро-різницевого рівняння (2.2), умови збіжності якого встановлено в [6].

Список використаних джерел:

1. Курпель Н.С. Проекционно-итеративные методы решения операторных уравнений / Н.С. Курпель. – К. : Наук. думка, 1968. – 244 с.

2. Лучка А.Ю. Проекционно-итеративные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений / А. Ю. Лучка. – К. : Наук. думка, 1968. – 244 с.

3. Лучка А.Ю. Проекционно-итеративные методы / А. Ю. Лучка. – К. : Наук. думка, 1993. – 286 с.

4. Лучка А.Ю. Критерии сходимости проекционно-итеративного метода для нелинейных уравнений / А. Ю. Лучка. – К. : Наук. думка, 1982. 54 с. – (Препринт / АН УССР. Институт математики; 82.24).

5. Лучка А.Ю. Проекційно-ітеративний метод для диференціальних рівнянь з обмеженням / А. Ю. Лучка // Нелінійні коливання. – 2002.– с. 465 - 488.

6. Лучка А.Ю.Построение приближенных решений линейных интегро-разностных уравнений / А. Ю. Лучка, С.А. Криль. – К., 1987. – 36 с. – (Препринт / АН УССР. Институт математики; 87.14).

Consistency approximation methods for differential-functional equation.
***Keywords**: approximation methods, differential-functional equation.*

УДК 539.213.2

Криськов Ц.А., кандидат фізико-математичних наук,
доцент, професор кафедри фізики
Люба Т.С., асистент
Паюк О.П., науковий співробітник
Рачковський О.М., старший викладач

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ХІМІЧНИЙ СКЛАД НАПІВПРОВІДНИКОВИХ СПОЛУК As_2S_3

Аналізуються результати дослідження хімічного складу і оптичних властивостей сполук As_2S_3 нестехіометричного складу
***Ключові слова:** халькогенідні напівпровідники, хімічний склад, спектри пропускання.*

Вступ. Халькогенідні скловидні напівпровідникові сполуки As_2S_3 та As_2Se_3 використовуються у розробках пристроїв оптоелектроніки та спінтроніки, голографії, медицині, оптичного запису інформації та системах комунікації й контролю [1-4].

Оскільки такі сполуки синтезуються у скловидному стані, то їх хімічний склад суттєво залежить від технологічних умов (температури, часу нагрівання тощо). Структурною одиницею таких сполук є піраміди, у вершинах яких розміщуються іони хімічних елементів. 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 [5].

Тому є потреба дослідити хімічний склад сполук на проміжних етапах синтезу.

Технологія синтезу та підготовка зразків. Технологічні експерименти синтезу проводили у вакуумованих 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]. Як правило, всі речовини впродовж (60…80) год встигають сформувати хімічні з'вязки і сполука має достатньо однорідний хімічний склад.

Один з таких експериментів було зупинено при температурі 1010 К через 18 год від виходу на температурний режим синтезу за відключення електроживлення. В результаті отримали сполуку проміжного синтезу, де хімічні компоненти не відповідають стехіометрії.

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.

Таблиця 1.

Хімічний склад сполуки з вмістом срібла 10%

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

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.

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. Для прикладу спектри пропускання зразків з вмістом 10 ат.% домішок срібла показані на рис. 1,2.

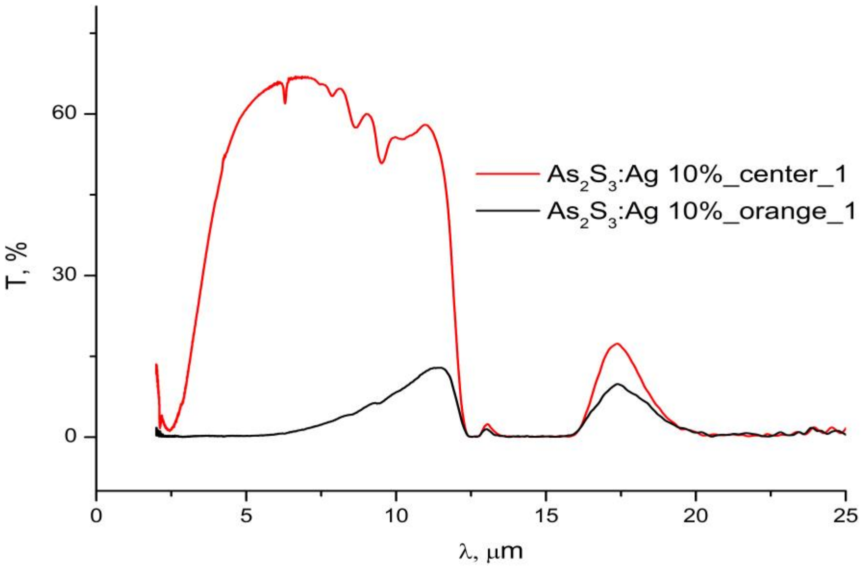


Рис.1. Спектри пропускання в області локалізації срібла та за її межами.

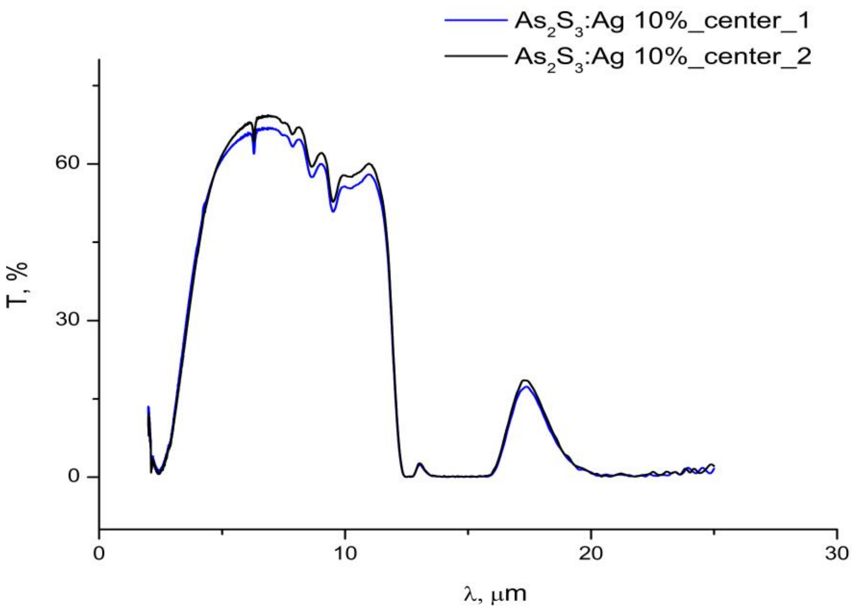


Рис.2. Порівняльні спектри пропускання зразків в області локалізації срібла.

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.

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

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

УДК 378.7; 372.853.53

Кух А.М., кандидат педагогічних наук, доцент, професор кафедри методики викладання фізики і дисциплін технологічної освітньої галузі

ТЕСТИ МЕТОДИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ ТА ЇХ КОНСТРУЮВАННЯ

У статті описано процес конструювання тесту для фахового іспиту студентів 6 курсу спеціальності «Фізика», умови та вимоги для проведення тестування.*

Ключові слова: *тест, конструювання тесту, вимоги до тесту та тестових завдань.*

Тестова форма контролю дозволяє ефективно здійснювати комплексну перевірку знань студентів в умовах кредитно-модульної організації навчання, дає можливість отримати більш об'єктивну оцінку рівня знань, умінь, навичок, перевірити відповідність підготовленості студентів заданим стандартам. В умовах реформування освіти проблема оцінювання, перевірки і контролю знань, умінь та навичок студентів та їх компетентності є досить актуальною проблемою, що потребує свого вирішення.

Педагогічний контроль із застосуванням тестової технології досліджувався у працях відомих педагогів і дидактів В.С. Аванесова [1], В.П. Безпалька [2], Н.А. Гришанової [3], Н.В. Козленкова, А.І. Майорова [8], О.А. Рикова, Л.О. Федотова тощо.

Метою іспиту з дисципліни «Методика викладання фізики у ВНЗ» є контроль рівня загальної інформаційної та методичної культури випускників і перевірка фактичних знань, умінь та навичок (функціональних компетентностей) з фундаментальних та прикладних розділів фізики та методики її навчання, необхідних для майбутньої педагогічної діяльності (навчання фізики, формування світоглядних уявлень учнів середніх навчальних закладів) та є базовими для успішного продовження навчання в аспірантурі.

Програма державного іспиту [10] містить основні та найважливіші питання з методики фізики, розділів загальної фізики, технологій вивчення фізики у навчальних закладах II-IV рівня акредитації. Досить важко охопити увесь теоретичний матеріал, використовуючи стандартні методи проведення іспиту, неможливо за питаннями, поданими в одному білеті перевірити готовність майбутнього педагога до професійної діяльності. У національній та світовій освітній практиці існує успішний досвід впровадження тестових технологій як засобу стандартизованої діагностики рівня професійної компетентності. Метою таких ліцензійних інтегрованих іспитів є встановлення відповідності рівня професійної компетентності випускників мінімально необхідному рівню згідно вимог Державних стандартів вищої освіти.

Нами було сконструйовано педагогічний тест, який перевіряє сформованість фахової компетентності майбутнього вчителя-викладача фізики. Для розроблення якісних тестових матеріалів, які відповідають вимогам надійності, валідності, заданої складності, ми дотримуватися поетапної схеми їх конструювання [7]:

1. Визначення змісту й обсягу навчального матеріалу, який виноситься на тестовий контроль.

На цьому етапі конструювання тесту було проаналізовано навчальний план підготовки магістра спеціальності «Фізика*» Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серед навчальних дисциплін циклу професійно-орієнтованої (професійної та практичної) підготовки, які викладаються студентам протягом 6 курсу було виокремлено дисципліни «Методика викладання фізики у ВНЗ», «Педагогіка вищої школи», «Вибрані питання загальної фізики» Весь навчальний матеріал ми розділили на такі змістові модулі: «Фізика» та «Методика навчання фізики». У тесті на перевірку Модуля 1 виділялось 40% загальної кількості завдань тесту, Модуля 2 – 60 %.

2. Виокремлення системи знань, умінь, навичок, перевірка яких засвідчить про рівень сформованості професійної компетентності

Узагальнений перелік компетенцій включає:

– володіння базовими знаннями в галузі фізико-математичних наук та вміння правильно вибирати математичні методи для розв'язування наукових і прикладних задач з фізики;

– уміння логічно і послідовно подавати засвоєні знання теоретичних основ фізики та історії її розвитку;

– володіння знаннями із загальних питань методики фізики;

– уміння розв'язувати типові фізичні задач;

– уміння ефективно використовуючи сучасне обладнання для проведення лекційних демонстрацій;

– здатність проектувати, конструювати й удосконалювати окремі компоненти навчального процесу та елементи технологічних процедур побудови навчального процесу (прогнозування діяльності на занятті;

– знання обов'язкових процедур з техніки безпеки під час роботи з апаратним, програмним забезпеченням інформаційно-комунікаційних систем та обкладання фізичної лабораторії;

– уміння самостійно здійснювати пошук та аналіз відомостей у контексті розвитку предметної галузі фізики;

– наявність уявлення про основні концепції, перспективні тенденції та новації в навчанні фізики учнів середніх шкіл України, близького та далекого зарубіжжя;

– розуміння різних змістових ліній шкільного курсу фізики, знання існуючих державних навчальних програм з фізики для класів різного профілю;

– готовність до проведення гурткової, факультативної та науково-дослідної роботи учнів з фізики;

– здатність до проведення аналізу стану, визначення потреб й оцінювання можливості удосконалення навчального процесу середнього та вищого закладу освіти.

3. Специфікація тесту: визначення обсягу, структури та змісту тесту.

Наступним кроком у конструюванні нашого тесту було формування банку тестових завдань відповідно до структури іспиту.

Технологічна матриця задає зміст навчального матеріалу, який добирався для перевірки, і важливість того чи іншого елемента змісту. При складанні матриці тесту ми контролювали щоб увесь матеріал, винесений на іспит, охоплювався пропонованими завданнями. Зміст державного іспиту повністю покривається елементами матриці за усіма темами. На цьому етапі ми конструювали тест відповідно до педагогічних цілей навчання студентів у когнітивній сфері (таксономія Блума) [12]. При конструюванні тестових завдань забезпечувалося дотримання таких вимог [6]:

1. Кожне тестове завдання має оцінювати досягнення важливої та істотної освітньої мети. Слід уникати перевірки тривіальних або надмірно вузькоспеціальних знань.

2. Кожне тестове завдання має перевіряти відповідний рівень засвоєння знань, в тому числі вищі когнітивні рівні.

3. Умова має містити чітко сформульоване завдання. Завдання має фокусуватися на одній проблемі.

4. Варіанти відповідей мають бути гомогенними (однорідними).

5. Усі дистрактори мають бути вірогідними (правдоподібними).

6. Відомості, що містяться в одному тестовому завданні, не повинні давати відповідь на інше тестове завдання.

7. Не рекомендується використовувати як правильну відповідь чи дистрактор фрази ″все з вищевказаного″, ″нічого з вищевказаного″. ″жоден варіант відповіді неправильний″, ″немає правильної відповіді″, ″усі відповіді правильні″, ″інколи″, ″ймовірно″ тощо.

8. Умова має бути сформульована позитивно.

9. Завдання повинно бути сформульовано не у формі запитання, а у вигляді твердження грамотно, коротко, чітко, зрозуміло, без повторів, малозрозумілих слів і символів, без використання негативних тверджень.

На наступному кроці визначаємо «довжину тесту» або «обсяг тесту».

Підсумкова перевірка знань та вмінь з того чи іншого навчального курсу вимагає включення до тесту 50 – 60 тестових завдань. Оскільки ми конструюємо тест для іспиту, то обсяг тесту визначаємо у кількості 100 тестових завдань. В цілому банк тестових завдань повинен містити значно більшу кількість тестових завдань, ніж буде використовуватися у тесті, адже деякі із завдань в процесі апробації можуть вилучатися. Фахівці в свою чергу підкреслюють, що надійність і об'єктивність тестової перевірки знань та вмінь зростає зі збільшенням довжини (обсягу) тесту. Варто зазначити, що наявність у тесті тестових завдань різного рівня складності (легкі, середньої складності, складні) є обов'язковою.

4. Організація та проведення тестового контролю.

Здійснювалося вони поетапно:

1. Повідомлення студентів про мету і завдання тестування. Проведення інструктажу.
2. Проведення тестування.
3. Аналіз і оголошення результатів тестування.

Результати проведеного тестування були опрацьовані засобами електронних таблиць Microsoft Excel, що дало змогу ґрунтуючись на класичній теорії тестів визначити його надійність, валідність, дискримінативність та складність тестових завдань і тесту в цілому [13].

Проведене нами дослідження дозволяє стверджувати, що проведення контрольних заходів за допомогою складених на високому рівні інструментальних засобів контролю (тестів) дозволяє проводити якісний моніторинг розвитку та сформованості професійної компетентності майбутніх учителів фізики в умовах швидкого оновлення та розвитку інформаційних технологій. Перспективи подальших досліджень з даної проблематики пов'язані з розробленням тестових і створенням міждисциплінарних комплексів, пронизаних єдиною методологією побудови змісту та організації навчального процесу на всіх етапах безперервної підготовки майбутніх вчителів фізики.

Список використаних джерел:

1. Аванесов В. С. Исходные понятия теории педагогических измерений / Вадим Сергеевич Аванесов // Педагогические измерения. – 2005. – №2. –128 с.

2. Беспалько В. П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика III тысячилетия) / Владимир Павлович Беспалько. − М. :

Воронеж : Изд. Москвского психолого-социального института, 2002. − 352 с.

3. Гришанова Н. А. Тестовый контроль знаний и умений [Текст] : (Методическое пособие) / Н. А. Гришанова. – М. : ИПК СК, 1997. – 34 с.

4. Жорнова О. Тестування у контексті моніторингу якості знань студентів: загальнотеоретичні та загальнометодичні розвідки / О. Жорнова // Вища школа. – 2010. – № 9 – С. 34.

5. Кузьмина Н. В. Методы системного педагогического исследования: Учебное пособие / Нина Васильевна Кузьмина. – Л. : ЛГУ, 1980. – 172 с.

6. Кухар Л. О. Конструювання тестів. Курс лекцій. Навч. посібник. / Кухар Л. О., Сергієнко В. П. – Луцьк, 2010. – 182 с.

7. Методичні рекомендації зі складання тестових завдань / В. П. Сергієнко, Л. О. Кухар. – К. , НПУ, 2011. – 41 с.

8. Майоров А. Н. Теория и практика создания тестов для системы образования / Алексей Николаевич Майоров. – М. : Интеллект-Центр, 2002. – 296 с.

9. Морзе Н.В. Методика навчання інформатики: Навч. посіб.: У 4 ч. / Морзе Наталя Вікторівна [За ред. акад. М.І. Жалдака]. – К. : Навчальна книга, 2003.

10. Програма державного екзамену з інформатики та методики навчання інформатики. Для спеціальності 6.040302 Інформатика* (спеціалізація математика). – Київ: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2012.

11. Ярощук Л. Г. Основи педагогічних вимірювань та моніторингу якості освіти [Текст] : навч. посіб. / Лілія Григорівна Ярощук. – К. : Слово, 2010. – 304 с.

12. Bloom B. S. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning / Bloom B. S., Hasting J. T., Madaus G. F. – New-York : McGraw-Hill, 1971. – 923 p.

13. Crocker L. Introduction to Classical and Modern Test Theory / Crocker Linda, Algina James. – New-York : Harcourt Brace Jovanovich, 1986.

*The paper describes the design of a test exam for professional students of 4 course in "Phisics *" conditions and requirements for testing.*

Keywords: *test, qualifying examination, designing the test requirements for the test and the test tasks.*

УДК 372.853.53

Кух А.М., кандидат педагогічних наук, доцент, професор кафедри методики викладання фізики і дисциплін технологічної освітньої галузі

Дінділевич Є.М., аспірант

ЦИФРОВІ ЛАБОРАТОРНІ КОМПЛЕКСИ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ З ФІЗИКИ

Матеріал розкриває можливості застосування цифрових лабораторних комплексів в навчальному процесі з фізики в загальноосвітній школі.

Ключові слова: *експеримент, цифрові пристрої, фізика, комплекс.*

Фізика - наука експриментальна. Цікавість до вивчення фізики завжди була пов'язана з експериментом, а відтак, з приладами, установками, обладнанням фізичних лабораторій. В сучасному вимірі, де сьогодення не можна уявити без електронних гаджетів різного типу і фізичний експеримент потребує цифрових електронних приладів і устаткування для успішноо виконання свої задач.

Сьогодні перевага надається цифровим лабораторіям – приладам, для проведения широкого спектру досліджень, демонстрацій, лабораторних робіт з фізики та інших природничих наук: біології та хімії. Комплект обладнання може включати в себе карманні комп'ютери (КПК) Palm з вимірювальним інтерфейсом TriLink, в даний час - портативні комп'ютери NOVA 5000 з вимірювальним інтерфейсом USBLink. В усі комплекти входять набори сенсорів, а також програмне забезпечення для збору, аналізу і обробки даних на комп'ютерній основі. Вимірювальні системи на основі аналогово-цифрових перетворювачів дістали назву цифорвих.

Вперше у світовій освітній практиці в комбінації з комп'ютерами використовується широкий спектр сенсорів. Сенсором – називають будь-який фіксуюючий пристрій, який перетворює дію на нього в електричний сигнал. Серед них датчики напруги, струму, освітлености, тиску, сили, індукції магнітного поля, температури, відстані, волоості, кисню, дихання та інші. Комплектація лабораторій (наприклад таких як Архімед, Аргус та L-micro) так, що збір даних від сенсорів та їх первинна обробка і аналіз здійснюються за допомогою вимірювального інтерфейсу з використаттям ноутбука або портативного комп'ютера NOVA 5000 з використаням провідного або безпровідного зв'язку Bluetooth або Wi-Fi.

Після процедури синхронізації комп'ютерів з настільним персональним комп'ютером дані можна перелядати, а потім здійснювати більш складнішу їх математичну обробку результатів. У випадку використання інтерфейсу USBLink збір даних відразу здійснюється на ноутбук або на ПК, оминаючи проміжні комп'ютери.

Застосування цифрових лабораторій Архімед, Аргус та L-micro також можливе з метою проведення демонстраційного експерименту з використанням відеоможливостей програм і ресурсів апаратуру. Крім того, цифрові лабораторії дозволяють здійснювати відеоаналіз експерименту, знятого учнями або учителем самостійно, або взятого із бази експериментів програми. Також, на підтримку роботи учителів пропонується широкий спектр описів готових лабораторних робіт з фізики (для системи NOVA 5000 їх понад 600). Отже, для збору, аналізу і обробки даних цифрові лабораторії мають цілий комплект програмного забезпечення, який включає в себе наступні програми: MultiLab для КПК і NOVA 5000 (збір і первинна обробка експериментальних даних), і MultiLab для ноутбука і ПК. Ця програма здійснює спільну обробку даних на ПК з інтерфейсами Palm, NOVA 5000, USBLink, обробку експериментальних даних на настільному комп'ютері, відеоаналіз експериментів, а також обмін даними між ПК і NOVA 5000 (Palm, USBLink).

Цифрові лабораторії володіють низкою переваг: дозволяють одержувати дані, недоступні в традиційних навчальних експериментах, дають можливість здійснювати зручну обробку результатів експерименту. Автоматизація збору і обробки даних економить час і сили учнів і дозволяє концентрувати увау на сутності дослідження. Крім того, забезпечується унікальна можливість створювати інтегровані курси з природничих наук, математики та інформатики. Активна експериментальна дослідницька робота учнів спориює значномиму підвищенню рівня знань учанів з фізики, а також розкриттю творчого потенціалу учнів. Більш того, завдяки абсолютній мобільності комплекту NOVA 5000, учителю і учням надається обладнання для польових досліджень, за межами аудиторій, чого раніше практично не існувало. В результаті освоєння лабораторій виявилось, що дітям лабораторні роботи стають цікавішими, можна здійснити диференційований підхід і розвинути в учнів інтерес до самостійної дослідницької діяльності. Лабораторії є системами автоматизованого збору даних і завдяки цьому вони дозволяютьвимірювати швидкозмінні величини, такі як струм і напруга в перехідних процесах. Раніше для цього необхідні були осцилографи, живлення яких здійснюється від мережі 220 В (що не припустимо в навчальному процесі) і великої кількості приладіа, тепер достатньо комплекта цифрової лабораторії.

Учні одержали можливість протоколювати результати, які після роботи достатньо просто роздрукувати. Робота з програмою дозволяє розвивати логічне мислення і утримувати увагу учнів під час всього експерименту. А ще з вкористанням цифрових лабораторій підвищується безпека проведення експериментів. Останніми роками, застосування цифових лабораторій в заальноосвітніх школах України значно розширилося, особливо на уроках фізики. Найбільш часті застосування цифрових лабораторій помічено при вивченні таких тем.

Механіка (Визначення прискорення тіла при рівноприскореному русі по похилій площині. Вимірювання прискорення вільного падіння. Коефіцієнт тертя, друий закон Ньютона. Перевірка другого закону Ньютона в імпульсному трактуванні).

Молекулярна фізика (Визначення універсальної газової сталої. Спостереження за плавленням і кристалізацією речовини. Вивчення газових законів).

3. Електродинаміка (Вимірювання потужності і роботи струму в електричній лампі. Вимірювання ККД установки з електронагрівачем. Магнітне поле плоскої катушки. Магнітне поле постійних магнітів. Магнітне поле Землі**.** Заряд і разряд конденсатора**.** Індуктивність в перехідних процесах**.** Вимірювання вольт-амперних характеристик провідникового опору і лампи роздарення**.** Вимірювання провідності води**.** Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела струму**.** Послідовне і паралельне з'єднання провідників).

4. Коливання і хвилі (Вивчення періоду вільних коливань пружинного маятника від маси вантажу і жорсткості пружини**.** Вивчення залежності

коефіцієнта затухання вільних коливань пружинного маятника від площі поверхні тіла, в'язкості середовища і маси вантажу. Коливання пружинного маятника. Вивчення вільних коливань математического матника. Дослідження залежності періоду і частоти вільних коливань свободных колебаний пружинного маятника. Дифракція і інтерференція світла).

Разом з тим, доцільно відмітити ряд недоліків: по-перше, дороговизна комплекту сенсорів (від них якраз і залежить, які фізичні параметри будуть реєструватися); по-друге, перетворення фізичних величини у числові та графічні дані неочевидна, що викликає в учнів стереотип, що одержання значення фізичної величити можливе тільки при використанні цифрових приладів; по-третє, учні не розуміють фізичних принципів перетворення величин в електричні імпульси у сенсорних датчиках (сенсори температури, тиску, вологості, довжини та ін.), що призводить до форування хибних уявлень про фізичні процеси. По-четверте, утруднюється формування математичного апарату обчислення похибок, представлення результатів, оскільки все це перекладається на програмні комплекси, що автоматизують розрахунки.

Однак, ці недоліки не применшують ролі цифрових лабораторій в сучасному навчальному процесі. Їх застосування наочно демонструє науково-технічний прогрес і його практичне втілення.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Інновації в формуванні фахових якостей майбутніх вчителів фізики / П.С. Атаманчук // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г.Шевченка. Вип. 77 Чернігівський державний педагогічний університет імені Т.ГШевченка; гол. ред. Носко М.О. – Чернігів ЧДПУ, 2010. – 368 с. (Серія: педагогічні науки). – С. 167-173.
2. Оспеннікова Є. В. Методологічна функція віртуального лабораторного експерименту / Є. В. Оспеннікова // Інформатика та освіта. — 2010. № 11.С. 83-89.

The material reveals the possibilities of digital laboratory complexes in teaching physics in secondary school.

Keywords: *experiment, digital, device physics, complex.*

УДК 378.6; 372.853.53

Кух А.М., кандидат педагогічних наук, доцент, професор кафедри методики викладання фізики і дисциплін технологічної освітньої галузі

Килимник С.М., аспірант

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ В КОЛЕДЖІ НА ОСНОВІ КОМПЕТЕНТНІСТНО ПІДХОДУ

У статті розглядаються питання реалізації компетентнісного підходу в професійній підготовці технологів харчової промисловості в коледжах при вивченні фізики.

Ключові слова: *фізика, компетентність, технолог, навчання, програма.*

У Кам’янець-Подільському коледжі харчових технологій НУХТ з вересня 2009 року здійснюється підготовка фахівців харчової промисловості за рівнем кваліфікації «Бакалавр». Запровадження компетентнісно-орієнтованого підходу до проектування професійної підготовки з фізики за спеціальністю «Харчові технології» показує високу ефективність за умов його реалізації на основі кредитно-модульної організації навчального процесу [1; 11]

Навчальна дисципліна «Загальна фізика» вивчається на протязі одного семестру студентами 3-го курсу. Дисципліна структурована за змістовими модулями, кратними 0,5 кредиту, що складає 18 акад. год. Кожний змістовний модуль проектується на основі ідентифікації базових компетенцій, розвитку яких він безпосередньо і присвячений. Визначені базові компетенції чітко корелюються з тематичним планом модуля, а їх розвиток здійснюється через відповідні види навчальної діяльності.

Продемонструємо організацію навчального процесу на прикладі вивчення розділу механіка (модуль «Механіка»). Метою модуля є формування професійних компетенцій сучасного технолога харчових технологій. Професійне спрямування матеріалу подається в рамках проектної технології навчання.

Завдання модуля:

- Систематизувати знання:

- основних понять і сутності механічних явищ, законів та процесів;
- основ кінематики, динаміки, статики, законів збереження;
- параметрів, що описують різні прояви механічного руху.

- Сформувати вміння:

- оперувати основними поняттями механіки: час, переміщення, швидкість, тіло відліку, сила, прискорення;
- здійснювати оцінювання різних параметрів руху: швидкості, переміщення, сили, імпульсу;
- усвідомити ідеальні моделі матеріальна точка, інерціальна система, тіло відліку, відносність руху.

- Розвинути установки:

- аналітичність;
- інноваційність;
- адаптивність.

Згідно з очікуваними навчальними результатами модуля є такі базові компетенції:

- Знання:

- основних понять і сутності механічного руху та його проявів, його математичний опис;
- основ кінематики, динаміки, статики;
- законів руху та збереження.

- Вміння:

- оперувати основними поняттями механіки при розв’язуванні задач;

- здійснювати оцінку параметрів механічного руху;
- в межах лабораторного практикуму визначати механічні параметри.

- Установки:

- аналітичність;
- інноваційність;
- адаптивність.

Підкреслимо, що при розробленні й реалізації модулів акцент робиться на всі три рівні базових компетенцій: знаннєві, вміннєві й поведінкові.

Реалізація завдань для досягнення навчальних результатів модуля здійснюється шляхом:

- розгляду навчального матеріалу на міні-лекціях;
- самостійного вивчення навчального матеріалу на основі розробленого для модуля комплексу навчально-методичних матеріалів;
- виконання практичних завдань, спрямованих на набуття вміння застосовувати отримані теоретичні знання на практиці;
- участі в дискусіях, обговореннях, інших видах групової взаємодії з метою розвитку критичного мислення, установок і рис для використання у професійній діяльності здобутих знань і вмінь;
- проведення вступної й вихідної самооцінки професійних компетенцій;
- підсумкового контрольного тестування до модуля.

Тематичний план модуля корелюється з визначеними базовими компетенціями й складається з таких тем:

- Тема 1. Основні поняття й сутність кінематики.
- Тема 2. Основи статики.
- Тема 3. Основи динаміки
- Тема 4. Закони збереження

Структура навчальної діяльності спроектована на 6 акад. год. аудиторної роботи й 12 академічних годин самостійної роботи.

Підкреслимо той факт, що оцінка вхідних компетенцій здійснюється шляхом самооцінки з боку учасників, їх розвиток – через реалізацію відповідних методів навчання, оцінка вихідних компетенцій – шляхом самооцінки з боку учасників і застосування відповідних методів протягом навчального процесу.

Висновки. Здійснений аналіз теоретичних положень і досвід застосування технології компетентнісно-орієнтованого підходу у процесі розробки й реалізації програм професійної підготовки та розвитку технологів харчових технологій дозволяє нам зробити наступні висновки:

1. Запровадження компетентнісно-орієнтованого підходу формує нову парадигму професійної підготовки технологів.

2. Базові професійні компетенції технологів виступають орієнтирами для розробки програм професійної освіти й результатами їх реалізації.

3. Застосування чіткого алгоритму застосування компетентнісного підходу на основі функціонально-компетентнісного аналізу дозволяє

забезпечити кореляцію між професійним профілем технолога й результатами реалізації програм їх професійної підготовки.

4. Ідентифікація результатів професійного навчання у формі базових професійних компетенцій усіх трьох рівнів (знаннєвих, вміннєвих і поведінкових) вимагає використання у процесі навчання відповідних методів оцінки й розвитку ключових компетенцій.

Список використаних джерел:

1. Киршева Н. Место оценки персонала и новые ассессмент-технологии в стратегии управления человеческими ресурсами [Електронний ресурс] / Н. Киршева. – Режим доступу : www.profiles-rus.ru/urp_doklad.pdf.

2. Компетентісний підхід у сучасній освіті : світовий досвід та українські перспективи / Під заг. ред. О.В. Овчарук. – К. : «К.І.С.», 2004. – 112 с.

3. Байденко В.И. Компетенции в профессиональном образовании (К усвоению компетентносного подхода) / В.И. Байденко // Высшее образование в России. – 2004. – № 11. – С. 3-13.

4. Бизнес-образование: специфика, программы, технологии, организация / Под общ. ред. С.Р. Филоновича. – М. : Изд. дом «ГУВШЭ», 2004. – 690 с.

5. Гузик Н. Десять ключових компетентностей, які обслуговують особистість та її природний талант: реалізація в умовах шкільного навчання / Н. Гузик. – К. : ВПУ «Київський університет», 2006. – 148 с.

6. Драйден Г. Революція в навчанні / Г. Драйден, Вос Дж. – Львів : Літопис, 2005. – 442 с.

At the material deals with the implementation of competence approach in the training of engineers in the food industry instudy college physics.

Keywords: *physics, competence, technologist training program.*

УДК 53(7)

Кух О.М., асистент кафедри інформатики

ІНТЕРАКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ У ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ У ПРОФІЛЬНИХ КЛАСАХ

Розглядається проблема активізації пізнавальної діяльності учнів інтерактивними методами навчання.

Ключові слова: *активізація, пізнавальний інтерес, інтеракція, нестандартний урок, комп'ютерні технології.*

Фізика – предмет, найсприятливіший для застосування сучасних інформаційних технологій.

Нині нові інформаційні технології міцно ввійшли в усі сфери життєдіяльності нашого суспільства. Інформатизація є одним з пріоритетних напрямків програми розвитку освіти. Очевидно, що завдання інформатизації не можна звести тільки до обладнання шкільних класів сучасною обчислювальною технікою. Використання комп'ютерної техніки та інформаційних технологій значно підвищує ефективність процесу навчання завдяки його індивідуалізації, наявності зворотного зв'язку, розширення наочності. Запровадження інформаційних технологій дає змогу викладати матеріал так, як це не можливо зробити за допомогою традиційних методик.

Нестандартний урок стає потужним засобом активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів з фізики, узагальнення та систематизації знань учнів, сприяє подоланню формалізму у знаннях учнів та розвитку пізнавального інтересу до предмету. Якщо застосовувати різні форми нестандартного уроку, що наповненні навчальним і розвиваючим змістом, враховують пізнавальні можливості дітей, активізують процес їхнього навчання, то це сприятиме формуванню стійкого пізнавального інтересу до фізики і дозволить учням на більш високому рівні оволодіти знаннями фізики.

Суть інтерактивного навчання у тому, що навчальний процес відбувається за умови постійної, активної взаємодії всіх учнів. Це спів навчання, взаємонавчання, де і учень і вчитель є рівноправними, рівнозначними суб'єктами навчання, розуміють, що вони роблять, рефлектують з приводу того, що вони знають, вміють і здійснюють. Воно ефективно сприяє формуванню навичок і вмінь, виробленню цінностей, створенню атмосфери співробітництва, взаємодії, дає змогу педагогу стати справжнім лідером дитячого колективу. Під час інтерактивного навчання учні вчаться бути демократичними, спілкуватися з іншими людьми, критично мислити, приймати продумані рішення.

Призначення інтеракцій – стимуляція природної активності учнів: розумової (інтенсивність мислення, генерування ідей, висловлювання припущень, проектування, моделювання, конструювання, дослідження тощо, творча уява, зосередженість, увага, спостережливість, аналітико-синтетичні операції); емоційної (емоційна напруга, переживання); соціальної (імітація виконання соціальних ролей, обмін думками, ставлення, судження тощо); фізичної (фізичне напруження, практична діяльність, рухливість).

При цьому активність розуміється як енергійна, підсилена (інтенсивна) діяльність, діяльнісна участь, діяльнісний стан.

Найхарактернішою ознакою методики сучасного уроку є орієнтація на всебічний розвиток активності й самостійності учня. На уроці слід формувати пізнавальні інтереси учнів. Твердження, що "викладання повинно бути цікавим, треба вважати принципом методики сучасного уроку. Проте інтерес не має нічого спільного з розвагою, яка не переслідує пізнавальних цілей. Йдеться про цікаву систему навчання, про постійну, копітку й наполегливу роботу з формування стійкого інтересу, а не про каскад цікавих завдань, не про те, щоб перетворити навчальний предмет у "збірник цікавинок", щоб "усе зробити цікавим ".

Учитель використовує цікавість розрядки напруженої обстановки в класі під час пояснення великого за обсягом або складного матеріалу.

Гра, навчання, праця – ось три види діяльності людини. Гра готує дитину до навчання, до праці, при цьому сама гра завжди – трохи навчання і трохи праця. Дуже помиляються ті вчителі, які уявляють гру тільки як забаву і розвагу.

Класифікують фізичні ігри залежно від ігрової мети, ми виділяємо чотири типи ігор.

1. Творчі ігри, що базуються на внесення елементів уявної ситуації; використовуються з метою повторення вивченого матеріалу («Суд над фізичними поняттями»; «Захист теми »).
2. Ігри – змагання, пов'язані з виявленням переможця.
3. Ігри, спрямована на виконання цікавого завдання («Фізика за чайним столом»; «Фізика на риболовлі»).
4. Ігри з роздавальним матеріалом: лото, «квартети» і т.ін. (саморобні ігри).

Учитель завжди повинен пам'ятати про велике виховне значення ігор. Під його керівництвом в іграх виховується дисциплінованість в учнів, самоконтроль, відповідальне ставлення до справи.

Під час гри чудовий світ дитинства поєднується з прекрасним світом науки, в який вступають учні. У процесі гри різні знання й відомості учень дістає вільно. Тому часто те, що на уроці здавалося важливим, навіть недосяжним для учнів, під час гри легко засвоюється. Інтерес і задоволення – важливі психологічні моменти гри.

Відомий французький учений Луї де Бройль стверджував, що всі ігри, навіть найпростіші, мають багато спільних елементів з роботою вченого. У тому і другому випадку приваблює поставлена загадка, трудність, яку треба подолати, потім радість відкриття, відчуття подоланої перешкоди. Саме тому всіх людей, незалежно від віку, захоплює гра .

Характерним для кожної дидактичної гри є, з одного боку, розв'язування різних дидактичних задач: уточнення уявлень про предмет чи явище в цілому і про його суттєві особливості, розвиток здібностей підмічати подібність і відмінність між ними тощо. У цьому розумінні гра має навчальний характер. З другого боку, невід'ємним елементом дидактичної гри є ігрова дія. Увага учня спрямована саме на неї, і непомітно для себе він уже в процесі гри виконує навчальне завдання. Тому дидактичні ігри здаються учням не просто забавою, а цікавим, незвичайним заняттям.

Дидактичні ігри і цікаві вправи, побудовані на поєднанні прогресивних прийомів, які застосовуються кращими педагогами-новаторами для підвищення ефективності виховного процесу, сприяють формуванню однієї з найцінніших якостей людського розуму — його рухливості і гнучкості.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Оптимізація управління навчально-пізнавальною діяльністю учнів з фізики на основі використання персональних ЕОМ / П.С. Атаманчук, А.М. Кух // Збірник наукових праць КПДПІ. Серія фізико-математична. – Кам'янець-Подільський: КПДПІ, 1995. – Вип. 2. – С. 264-269.
2. Сергеев А.В. Дидактические игры в школе / А.В. Сергеев, П.И. Самойленко – М.: Знание, 1993. – 230 с.

3. Шарко В.Д. Інтерактивне навчання: Досвід впровадження / За ред. В.Д. Шарко. – Херсон: Олді-Плюс, 2000. – 193с.

4. Ланина И.Я. Формирование познавательных интересов учащихся на уроках физики / И.Я. Ланина. – М.: 1989. – 257с.

The problem of cognitive activity of students interactive learning methods.

***Keywords**: activation, cognitive interest, interaction, unusual lesson, computer technologies.*

УДК 616-084: 37

Мендерецький В. В., доктор педагогічних наук, професор

Соловйова Н. В., аспірант

ЗНАЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ В ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ ШКОЛІ

У статті викладені загальні підходи до реалізації можливостей міжпредментних зв'язків на уроках фізики. Наведено приклади конкретних шляхів інтеграції знань для дисциплін природничо-математичного циклу

***Ключові слова:** пізнавальна діяльність, фізичні знання, міжпредметні зв'язки, інформаційні технології, комп'ютерна техніка.*

На теперішньому етапі реформування освітньої галузі основна увага приділяється її якісному поліпшенню та гуманізації, що передбачає утвердження людини як найвищої соціальної цінності, найповніше розкриття її здібностей, створення максимально сприятливих умов для розвитку особистості. Особистісне спрямування освіти зумовлює необхідність інтегровано оцінювати якість освіти в єдності індивідуальних характеристик особистості, педагогічних показників організації освітнього середовища [3].

Проблема використання міжпредметних зв'язків при викладанні дисциплін природничого циклу загальновідома. Іі досліджували П. С. Атаманчук, І. Д. Звєрєв, О. І. Ляшенко, В. М. Максимова, О. В. Сергеєв, В. М. Федорова, А. В. Усова та інші. Досвід переконує [1; 3], що для усунення недоліків традиційних форм організації навчально-пізнавальної діяльності необхідно забезпечити чітку скоординованість, наступність і єдність вивчення всіх природничо-математичних дисциплін на особистісно орієнтованій основі, оскільки спільною рисою у змісті цих дисциплін є націленість їх на формування узагальнених способів діяльності. За таких умов особливої ваги набуває проблема реалізації можливостей міжпредметних зв'язків під час застосування інформаційних технологій у процесі навчання фізики в загальноосвітній школі.

Міжпредметні зв'язки складають необхідну умову організації навчально-пізнавального процесу як цілеспрямованої системи. Вони виступають як засіб комплексного підходу до навчання. У навчальній діяльності учнів реалізація міжпредметних зв'язків є дидактичною умовою її реалізації, систематизації знань, формування самостійного мислення і пізнавального інтересу [4].

Важливим на сьогоднішні є − підвищення ефективності та інтенсифікації вивчення фізики – використання міжпредметних зв’язки на основі застосування персональних комп’ютерів в процесі вивчення фізики. Такий підхід дозволить подолати проблему різного рівня засвоєння учнями шкільного курсу фізики. З’являється можливість врахування різних нахилів та здібностей учнів при формуванні їх предметних компетентностей. та й проблема раціонального використання навчального часу завдяки впровадженню інформаційних технологій навчання вирішується легко.

Використання міжпредметних зв’язків дозволяє розв’язати проблему диференціації навчальних завдань та контрольно-перевірочних робіт для діагностування навчальних досягнень учнів, ефективно та своєчасно моніторити рівень засвоєння навчального матеріалу класу в цілому і певного учня зокрема, а також визначає відповідність цих досягнень обраній учнем траєкторії навчання. Систематичне і методично обґрунтоване встановлення міжпредметних зв’язків має на меті також забезпечення формування в учнів цілісної картини оточуючого світу.

Запропонований нами підхід підтверджують відомі факти про те, що системне формування всіх законів класичної фізики відбулось саме завдяки бурхливому розвитку математики як науки, зокрема, таких її розділів, як диференціальне та інтегральне числення. Та й Максвеловська електромагнітна теорія виступає яскравим прикладом взаємодії математики і фізики, коли вдалось застосувати математичні ідеї та методи для опису фізичних явищ [2].

На уроках фізики досить часто через велику кількість обчислювальних операцій та високу ймовірність отримання помилкових результатів обчислення в учнів значно знижується пізнавальна активність та зацікавленість у розв’язуванні завдань. Зрозуміло, що від усунення впливу цього негативного фактору залежить подальша результативність навчального процесу. Ця проблема в методиках навчання існує вже давно і полягає у пошуках найбільш ефективних засобів автоматизації обчислювальних операцій.

Проблема використання інформаційних технологій у навчальному процесі в різних аспектах розглядалась у дослідженнях М. І. Жалдака, Ю. С. Рамського, В. П. Сергієнка, В. Д. Сиротюка, М. І. Шута. Ефективність та доцільність використання комп’ютерно-орієнтованих систем навчання доведена в педагогічних працях сучасних теоретиків педагогіки.

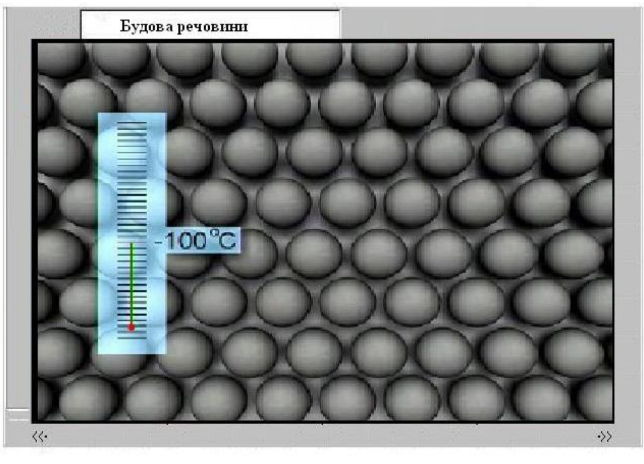


Рис. 1. Програма для вивчення внутрішньої будови речовини

Запровадження комп’ютера для реалізації можливостей міжпредметних зв’язків на уроках фізики – це така форма прикладного використання теоретичних положень в поєднанні з універсальними методами інформаційних технологій та практичною діяльністю, яка найбільш яскраво характеризує прикладну спрямованість теоретичних знань та інтегративну сутність науки. При цьому значно активізується пізнавальна діяльність учнів, підвищується інтерес до вивчення дисциплін природничо-математичного циклу, розвиваються творчі здібності учнів, вміння аналізувати сутність досліджуваного явища, складати адекватну інформаційну модель, приймати свідоме, обґрунтоване рішення на основі одержаних за допомогою комп'ютера даних, надає діяльності творчого, дослідницького характеру [2, с. 38]. Важливим завданням при використанні інформаційних технологій у якості інструментального засобу навчання є оцінка та вибір необхідних програм високої якості, таких, що дійсно приносять користь у навчальному процесі.

Зараз є необхідним використання універсальних та потужних програмних продуктів, які не обмежується рамками однієї навчальної дисципліни. Впровадження таких програм дозволяє значно скоротити час на виконання обчислень, а також візуалізувати зображення ідеальних образів.

Модернізація змісту курсу фізики потребує постановки нових дослідів інтегративного характеру, які актуалізували б важливі поняття і закони курсу. Існує низка природних явищ і властивостей речовин, які технічно не вдавалось відтворити в шкільних умовах через їх абстрактність. Виходячи з цього, ми використовуємо програмовані засоби типу модельного середовища, які забезпечують інтерактивну взаємодію учня з моделлю явища. Досить успішно вдається застосувати комп'ютерну техніку ще й в ході експериментальних досліджень на уроках фізики.

На рис. 1 подано фрагмент роботи програми для вивчення внутрішньої будови речовини. Вивчення будови кристалічних тіл за допомогою комп'ютера, як показали наші спостереження, виявилось ефективнішим, ніж на механічних і електронних моделях.

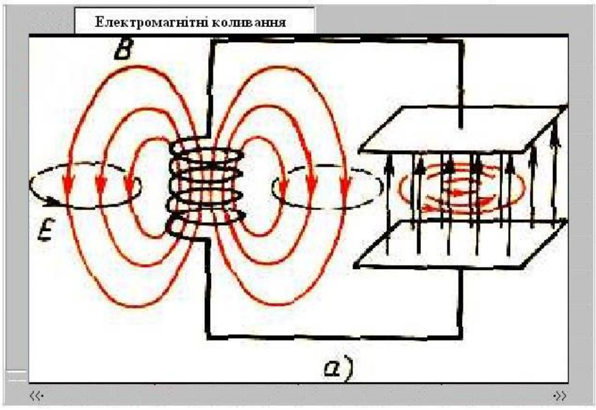


Рис. 2. Моделююча програма

На основі такого підходу в процесі дослідження електромагнітних коливань і хвиль використовувалась моделююча програма «Вільні електромагнітні коливання в коливальному контурі і залежність їх частоти від електроємності та індуктивності контура» (рис. 2). Комп'ютерне моделювання під час проведення вивчення фізики дає змогу значно підвищити науковий рівень навчального процесу, забезпечивши дослідницьку діяльність учнів на теоретичному й емпіричному рівнях пізнання [1]. Це дозволило організувати навчально-пізнавальну діяльність на достатньому рівні усвідомленості фізичної суті природного явища, розуміння його істотних сторін.

Ефективно організувати будь-який навчальний процес можна лише тоді, коли викладач буде мати постійну та надійну інформацію про стан навчально-пізнавальної діяльності учнів. Забезпечити результативне вивчення фізики неможливо без ефективного зворотного зв'язку, який важко, а іноді й неможливо забезпечити в рамках традиційних форм контролю без застосування інформаційних технологій. За змістом такий контроль містить рівневі тестові завдання міжпредметного характеру (рис. 3).

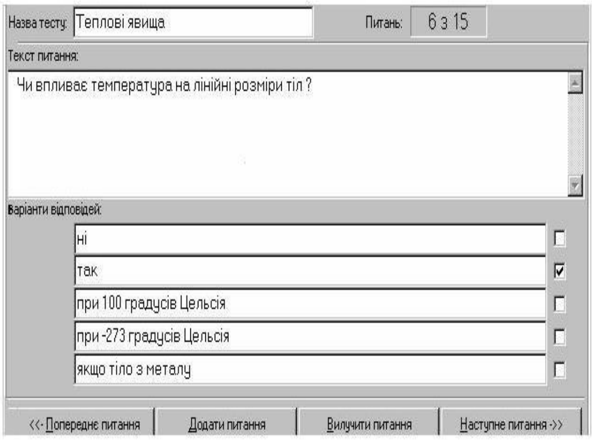


Рис. 3. Фрагмент діагностичної комп'ютерної програми

Наведені приклади свідчать про доцільність та ефективність впровадження комп'ютерних програм міжпредметного змісту у навчальний процес, а їх широке впровадження в заклади освіти сприятиме підвищенню якості навчання, вдосконаленню їх практичної підготовки. Застосування комп'ютерної техніки у курсі фізики та в інших природничих дисциплінах стає могутнім підсилювачем інтелектуальних можливостей учнів та вчителів, дає змогу інтенсифікувати навчальний процес, надати йому динамізму, гнучкості, піднімаючи його на якісно новий рівень. Успіх застосування зазначених технологій визначається якістю комп'ютерних засобів, оптимальним поєднанням традиційних і програмованих методів навчання, дидактичними можливостями технічних пристроїв і програм.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П. С. Нові інформаційні технології у розвитку лабораторного практикуму з фізики / П. С. Атаманчук, В. В. Мендерецький, С. І. Дмитрук. − Зб. наук. праць Уманського держ. пед. ун-ту імені П. Тичини / гол. ред. М. Т. Мартинюк. – Умань : Наук. світ, 2008. – Ч. 2. – С. 18-24.

2. Использование компьютеров в учебном процессе педагогического вуза: Сб.науч. тр. /Авт.-сост. М.И.Жалдак, Ю.С.Рамский, Ю.А.Белый и др. – К.: КГПИ, 1989. – 176 с.

3. Мендерецкий В.В. Реализация межпредметных связей при формировании экспериментальных умений учащихся в обучении физике в 7-8 классах: дис. … канд. пед. наук. 13.00.02. / Мендерецкий Вадим Владиславович. - К., 1992. - 212 с.

4. Сергеєв О.В. Міжпредметні задачі, їх класифікація та місце у вивченні фізики у сучасній загальноосвітній середній школі / О.В. Сергеєв, Л.А. Шаповалова // Педагогічні науки: зб. наук. пр. – Вип. 24. – Херсон: Айлант, 2001. – С. 251-257.

In the article general approaches to the implementation capacity of interdisciplinary connections to physics lessons. Examples of concrete ways of integrating the disciplines of knowledge for natural-mathematical cycle.

Key words: *cognitive activity, physical knowledge, interdisciplinary communication, information technology, computer technology.*

УДК 53:004:378

Мястковська М.О., кандидат педагогічних наук, старший викладач

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ КОМП'ЮТЕРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З МОЛЕКУЛЯРНОЇ ФІЗИКИ

У статті описується використання Phet-симуляцій для самостійного виконання комп'ютерних експериментів з молекулярної фізики у підготовці майбутніх учителів фізики.

Ключові слова: *інформаційно-комунікаційні технології, комп'ютерний експеримент, комп'ютерне моделювання, Phet-симуляції, молекулярна фізика, учитель фізики.*

В умовах модернізації вищої освіти спостерігається розвиток тенденцій інтеграції досягнень у сфері інформаційних технологій з різними областями людської діяльності. Оскільки фізика — наука експериметальна, тому важливим у підготовці майбутніх учителів фізики є проведення фізичних експериментів. Фізика, зокрема, молекулярна фізика, є основою природознавства і сучасного науково-технічного прогресу; і водночас, розділ, який вимагає абстрактного мислення, розвиток уяви тощо. Тому актуальною є проблема використання інформаційно-комунікаційних технологій для реалізації комп'ютерного експерименту з молекулярної фізики.

Навчанню прийомів роботи з комп'ютерними моделями значна увага приділяється у роботах таких науковців, як А.Ф. Верлань, М.І. Жалдак, Ю.О. Жук, Р.В. Майєр, С.А. Раков, Ю.С. Рамський, С.О. Семеріков, І.Л. Семещук, І.О. Теплицький, С.А. Хазіна та ін. Питання використання PhET-симуляцій під час виконання домашніх експериментальних завдань з фізики розглядає Слободяник О.В. [2].

Ми розглянемо використання Phet-симуляцій для самостійного виконання комп'ютерних експериментів з молекулярної фізики у підготовці майбутніх учителів фізики.

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

Коли ж слід використовувати комп'ютерні моделі для проведення експериментів з молекулярної фізики? Насамперед, необхідно усвідомлювати, що застосування комп'ютерних технологій в освіті виправдано тільки в тих випадках, в яких виникає суттєва перевага в порівнянні з традиційними формами навчання.

При використанні моделей комп'ютер надає унікальну, що не реалізовується в реальному фізичному експерименті, можливість візуалізації нереальних явищ природи та їх спрощеної теоретичної моделі з поетапним включенням в розгляд додаткових ускладнюючих факторів, що поступово наближають ці моделі до реальних явищ. Крім того, можливості організації масового виконання різноманітних лабораторних робіт, причому на сучасному рівні, досить обмежені через слабке оснащення лабораторій фізичними приладами. У цьому випадку робота студентів з комп'ютерними моделями також надзвичайно корисна, оскільки комп'ютерне моделювання дозволяє створити на екрані комп'ютера живу, динамічну картину фізичних дослідів чи явищ. Це дозволяє також посилити самостійну роботу студентів.

Інтерактивний сайт «Інтерактивні симуляції» PhET (Physics Education Technology) використовується для віртуального моделювання у процесі вивчення природничих наук. Проект "PhET" спочатку слугував для вивчення "Освітніх технологій з фізики", але незабаром його було розширено іншими дисциплінами. На сайті міститься понад 200 різного рівня моделювань з фізики, хімії, біології, математики та інших природничих наук.

Багато досліджень продемонстрували ефективність PhET-симуляцій для концептуального навчання в різних контекстах [1].

Характерною особливістю сайту є активно працююча міжнародна мережева спільнота науковців і вчителів-практиків, яка разом розробляє, впроваджує й оцінює різноманітні моделі. На сайті розміщені загальні методичні настанови і методичні рекомендації щодо використання кожної моделі. Всі PhET-моделі знаходяться у вільному доступі на веб-сайті Phet і прості у використанні. Вони можуть бути завантажені і використані за допомогою стандартного веб-браузера. Сайт перекладено на 75 мов світу. Наприклад, китайською перекладено 119 моделей, російською — 54, українською — 50. До перекладу залучаються педагоги-волонтери з усього світу. Сайт є безкоштовним для використання і найпопулярнішим серед подібних сайтів, про що свідчить понад 170 тис. гіперпосилань на нього з інших сайтів і наукових статей щодо вивчення природничих дисциплін, понад 110 млн. завантажень із сайту на серпень 2013 року [1]. Моделі, які розміщені на сайті PhET, показують те, що невидиме для очей, використовуючи мультиплікацію та графіку. Моделі мають унікальні особливості, які не доступні більшості засобів навчання, вони дозволяють продуктивно досліджувати явища і процеси, недоступні для безпосереднього експериментування.

PhET — це набір досліджень на основі інтерактивного комп'ютерного моделювання для викладання та вивчення фізики, хімії, математики та інших наук. PhET-симуляції можна запускати онлайн або завантажити безкоштовно з сайту http://phet.colorado.edu/. Таке моделювання анімованих, інтерактивних та ігрових середовищ, де студенти навчаються через експеримент.

На додаток до імітацій явищ, безпосередньо спостерігаються на реальному обладнанні або в природньому світі, багато PhET-моделей виявляють експертні моделі невидимих явищ. Наприклад, моделювання “Властивості газу” показує мікроскопічну поведінку молекул в газі.

Демонструвати ці експертні моделі особливо корисно у складних розділах, таких як молекулярна фізика, де є цілий набір моделей, для показу яких необхідно допомогти студентам візуалізувати атоми, молекули, стани речовини та інші молекулярні явища, які студенти не можуть спостерігати безпосередньо.

Деякі PhET-моделі, наприклад схема для демонстрації властивостей газу, є надзвичайно відкритого складу, і може бути використаною для вивчення цілого розділу науки. Інші симулятори є більш цілеспрямованими на адресу одного конкретного фізичного явища або концепції.

PhET-моделі не просто анімації. Це інтерактивні навчальні середовища, в яких безпосередньо та негайно реагується на дані, введені користувачем. По можливості, студенти можуть взаємодіяти з моделями.

Розглянемо використання Phet-симуляцій для самостійного виконання комп’ютерних експериментів з молекулярної фізики у підготовці майбутніх учителів фізики на прикладі визначення властивостей газу при ізопроцесах.

Дано порожній контейнер, у який можна закачувати газ за допомогою насоса. Можна обирати вид газу для подачі: легкий (Light Speciels) та важкий (Heavy Species). У контейнері встановлений термометр та барометр. У меню функцій Constant Parameter можна обрати який ізопроцес застосовувати: ізобарний (Pressure=const), ізохорний (Volume=const) або ізотермічний (Temperature=const). Вивчатимемо властивості газу у вакуумі (Gravity=0).

Для демонстрації властивостей газу скористаємося PhET-симуляцією Gas Properties (Властивості газу).

Перший процес, який розглянемо буде ізобарний (Pressure=const). При ізобаричному процесі об'єм газу прямопропорційний температурі. За допомогою Tools & Options – Measurement Tools – Energy Histograms ми зможемо спостерігати зміну швидкості та кінетичної енергії частинок. Закачаємо 100 частинок важкого газу і 50 частинок легкого, при сталому тиску 1,5 Atm.

Підігріємо контейнер. При цьому можна спостерігати, що об’єм контейнера збільшується і, відповідно, змінюється як швидкість, так і кінетична енергія частинок газу. При тривалому експеременті спостерігається зменшення кількості частинок як важкого, так і легкого газу через швидке зростання їх кінетичної енергії.

З цього експеременту можна зробити висновок, що для даної маси газу відношення об’єму і температури є сталим, якщо тиск газу не змінюється.

$$\frac{V}{T} = const$$

У другому експерименті будемо використовувати ізохорний процес (V=const). Аналогічно закачаємо 100 частинок важкого газу і 50 легкого.

При охолодженні контейнера, спостерігається: зменшення швидкості частинок; зменшення кінетичної енергії частинок; що при зменшенні температури зменшується тиск.

Висновок: при ізохорному процесі, V=const, величина пропорційності тиску до температури є сталою величиною.

$$\frac{P}{T} = const$$

Під час третього експерименту будемо вивчати ізотермічний процес (T=const). Знову ж таки закачаємо 100 частинок важкого і 50 легкого газу.

При ізотермічному процесі ми не можемо збільшити чи зменшити температуру, але можемо змінити об'єм контейнера. У даному випадку ми його зменшимо. При різкому зменшені ми бачимо і зміну температури, але система дуже швидко приходить до стабільної температури і ми можемо спостерігати те, що при зменшені об'єму зростає тиск.

З цього експерименту можна встановити закон Бойля-Маріотта, в якому встановлено, що для деякої маси газу добуток тиску газу на об'єм за незмінної температури є сталою величиною.

$$PV = const$$

Загалом дана симуляція слугує чудовим зразком для демонстрації: взаємозалежності тиску, об'єму та температури; зміни поведінки частинок газу при ізопроцесах.

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

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

Список використаних джерел:

1. Інтерактивні моделювання. Веб-сайт Університету Колорадо [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://phet.colorado.edu/.
2. Слободяник О.В. Виконання домашніх експериментальних завдань з використанням PhET-симуляцій / О.В. Слободяник // Наукові записки. Кіровоград : РВВ КДПУ імені В. Винниченка. – 2014. – С.4.

The article describes the use Phet-simulations for the independent exercise of computer experiments on molecular physics in the preparation of future teachers of physics.

Keywords: *information and communication technology, computer experiment, computer simulation, Phet-simulation, molecular physics, physics teacher.*

УДК 616-084: 37

Недільська У. І., кандидат сільськогосподарських наук, доцент, член-кореспондент МАН екології і БЖД

Мендерецький В. В., доктор педагогічних наук, професор

ДИДАКТИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНОМУ ПРОЦЕСІ

У статті аналізуються практичні аспекти використання інформаційних технологій у навчально-виховному процесі. Зроблена спроба відійти від застарілих стереотипів в процесі використання таких засобів навчання.

Ключові слова: *комп'ютерна техніка, інформаційні технології, навчальна діяльність, професійна компетентність, засоби навчання.*

Досліджуючи проблему використання електронних навчальних посібників та засобів Інтернету в сучасних навчальних закладах потрібно підкреслити, що темпи розвитку нових інформаційних технологій навчання свідчать про те, що в недалекому майбутньому вони стануть одним із основним засобів навчання і особливо під час організації дистанційного навчання.

На сучасному етапі якість таких підручників з різних дисциплін залишається низькою, а з деяких дисциплін не створено жодного, який вартував би рекомендації для широкого впровадження. Зокрема в комп'ютерних мережах є чимало різноманітних курсів лекцій для студентів вищих навчальних закладів I-IV рівнів акредитації, автори яких досить часто не враховують особливості сприймання інформації з монітора комп'ютера, перевантажуючи текстом інформаційні кадри [1].

Аналіз наявних електронних засобів навчання показує, що не дивлячись на велику кількість таких посібників, інформація в них, як правило, представлена у вигляді звичайних текстів, читання яких з екрану не лише втомлює, але й завдає шкоди здоров'ю. Тестові програми одноманітні і непривабливі для студентів і не містять належного рівня інтерактивності. Нерідко можна спостерігати просте перенесення тексту підручника в електронний варіант лише з незначним доповненням рисунками, схемами, діаграмами. Трапляються випадки, коли читаючи текст електронного підручника, доводиться повертатися назад для повторного перегляду пояснюваного зображення, що взагалі суперечить елементарній методиці. Особливо помітна перевантаженість окремих кадрів, призначених для контролю й самоконтролю, у яких крім тексту практично відсутня образна чи символічна форма подання інформації. Перевантаженість текстом навчальної інформації призводить до того, що зменшується не лише обсяг її сприймання, а й мотивація до навчання.

Розглядаючи структуру електронного навчального посібника, потрібно виділити такі основні його складові: ілюстративний матеріал з теми: портрети, фотографії, ілюстрації, екранізації творів, біографічні відомості, посилання на наукові роботи, огляд основних проблем, аналіз їх наукової цінності, фрагменти текстової інформації, відеофрагменти, аудіофрагменти, практичні та контрольні завдання, запитання, теми наукових досліджень.

Зростаючий інтерес до електронних посібників пояснюється тим, що вони – це середовище, де необхідна навчальна інформація може змінюватись динамічно згідно з потребами сьогодення, на відміну від посібника на паперовому носії, де інформацію змінити неможливо. Сама інформація може передаватися такими засобами, про використання яких на паперових носіях можна лиши мріяти (мультимедія, навігації, гіперпосилання). Електронні пристрої дають можливість кожному студентові самостійно опановувати навчальний матеріал, кожен крок навчання завершується контролем і відповідною оцінкою.

Електронні навчальні посібники, не обмежуються лише функцією передачі інформації. Характерною ознакою побудови електронних навчальний посібників є гіперпосилання та тестові завдання. Такі посібники дозволяють збагатити процес навчання, доповнюючи його різноманітними можливостями комп'ютерних технологій, і роблять його, таким чином, цікавішим і привабливішим для студентів.

Виключно високий ступінь наочності представленого матеріалу, взаємозв'язок різних компонентів курсів, комплексність і інтерактивність роблять такі посібники незамінними помічниками, як для студента, так і для викладача. Завдяки комплексу різноманітних мультимедійних можливостей (відеосюжети, анімація, звук, якісні ілюстрації, сотні інтерактивних завдань процес навчання стає ефективнішим і цікавішим [2].

До переваг електронних посібників відносять: компактне зберігання великого об'єму інформації; наочність: широкі можливості побудови візуальних моделей, представлення текстової, графічної, табличної й аудіо інформації; представлення інформації в будь-який час і в будь-якому вигляді (друкована основа і відео-фрагменти, диски, проектування на екрани); швидке настроювання на конкретного студента; можливість виконання інтерактивних вправ і тестів та відпрацювання потрібних навичок; добра структурованість (гіпертекстова організація інформації) та широкі можливості пошуку; спостереження і управління процесом навчання, внесення корективів у нього; безпосередній контроль знань та їх корекція; легка актуалізація (доповнення та розширення).

Проводячи класифікацію електронних навчальних посібників виділяють такі основні групи: посібники, що за своєю суттю повторюють навчальні матеріали з друкованою основою (виконаний в електронному варіанті без гіперпосилань та анімації); такі посібники, де наявні гіперпосилання, графіки, таблиці, діаграми, які можна змінювати; такі, що передбачають мультимедійні засоби відображення інформації (динаміка, звук, анімація, відеофрагменти), що повною мірою допомагає реалізувати дидактичні можливості навчального матеріалу.

За останні роки створена велика кількість мультимедійних посібників, які активно використовується в навчальному процесі. Вони забезпечують активну взаємодію із студентами в процесі навчання, допомагають організовувати цей процес, керувати і управляти ним, програмувати його.

Ефективна інтерактивна взаємодія студента з навчальним посібником передбачає: рекомендації при недостатньому засвоєнні матеріалу та пошук необхідної інформації. Електронні навчальні посібники не є альтернативою викладачеві, хоча і припускають альтернативні форми подачі матеріалу, виконання вправ і контролю знань. Це розширення можливостей вибору для викладача при організації навчального процесу, не виключаючи використання технологій спільно з традиційними підручниками, а також в умовах забезпечення живого спілкування з викладачем і між студентами. Але, це не просто автоматизація діяльності викладача і звільнення його від механічної, рутинної праці, а реалізація тих форм і методів застосування комп'ютерів, коли комп'ютерна система стає партнером викладача в досягненні навчальних цілей.

До критеріїв відбору матеріалу для електронних навчальних посібників належать: професійна цінність електронного формату книги та складність викладення та сприйняття матеріалу. Принципи побудови електронних посібників: викладення в близькій послідовності до матеріалів базових підручників та посібників, відображення головних ключових моментів, наочність і яскравість викладення матеріалу, відсутність скорочень, які незрозумілі для студентів [3].

Вивчаючи об'єкти, процеси і явища, які можуть бути представлені візуально в оригінальній чи спрощеній формі, розробник електронного посібника повинен враховувати функції, які вони мають виконувати в пізнавальній діяльності студентів. Складнішою є проблема візуального представлення інформації, яка не має образного вираження, зокрема при викладанні складного теоретичного матеріалу, який насичений абстрактними поняттями. Необхідно пам’ятати, що застосування комп'ютерів в навчальному процесі має і свої негативні сторони. Довга робота з комп'ютером небезпечна для здоров'я, електронні посібники не можуть бути основною формою навчання і ефективність може бути досягнута лише в комплексному застосуванні з іншими видами навчання.

Окремо необхідно зупинитись на використанні засобів Інтернету та університетського серверу. Їх використовують для підтримання зв'язків зі студентами та викладачами; для участі у різноманітних проектах; як частину технології, що буде використана у практичній діяльності та налагодження міжпредметних зв’язків; для перегляду каталогів нових видань та замовлення книг у бібліотеках; для слідкування за новинами науки та техніки; для виконання індивідуальних науково-дослідних завдань; для одержання інформації про можливості навчання та наукових пошуків; для знайомства з новинами науки.

Викладачі мають можливість використовувати Інтернет-ресурси при створенні дидактичних матеріалів для практичних занять. Ілюстрації, схеми, презентації у форматі Power-Point й інші матеріали беруться з мережі Інтернет.

Сучасний електронний навчальний посібник є найбільш оптимальною навчаючою системою. Інтернет-ресурси дають можливість знайти велику кількість демонстраційних версій програмних продуктів для підтримки навчального процесу, чудових статей із журналів із ілюстраціями на необхідні теми, самі книги з навчальних дисциплін. Наразі актуальною проблемою є масове створення та поширення сучасних мультимедійних посібників та розвиток інформаційної бази з навчальних дисциплін на сторінках української мережі Інтернет.

Проблема створення якісних електронних навчальних посібників та підручників має вирішуватись з урахуванням фізіологічних, ергономічних, психологічних, педагогічних і методичних вимог у поєднанні з можливостями сучасних інформаційних технологій. Ефективність такого навчання буде забезпечена, коли до створення електронних засобів його реалізації залучатимуться фахівці у галузі освітніх технологій, які спроможні розв'язувати проблеми методики навчання і будуть обізнані з особливостями та методами візуалізації навчання.

Список використаних джерел:

1. Анісімов М. В. Педагогічні підходи побудови моделей електронних підручників / М. В. Анісімов // Наукові записки. – Вип. 60. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2005. – Ч. 1. – С. 5–10.

2. Атаманчук П. С. Нові інформаційні технології у розвитку лабораторного практикуму з фізики / П. С. Атаманчук, В. В. Мендерецький, С. І. Дмитрук, О. М. Павлюк // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету ім. Павла Тичини. – Умань: СПД Жовтий, 2008. – Ч. 2. – С. 18-24/

3. Мендерецький В.В. Про використання електронних навчальних посібників та інтернету в ході підготовки сучасних фахівців / В.В. Мендерецький // Бібліотеки ВНЗ за роки незалежності України: стан, проблеми, перспективи: зб. наук. пр. – Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський національний університет імені І. Огієнка, 2011. – С. 12-18.

This article analyzes the practical aspects of information technology in the educational process. The attempt to move away from old stereotypes in the use of teaching aids.

***Key words:** computer technology, information technology, learning activities, professional competence, training aids.*

УДК 378.016:53 (075.3)

Ніколаєв О.М., кандидат педагогічних наук, доцент

Рубаняк Л.А., вчитель фізики Грушовецького НВК

СТАНОВЛЕННЯ ПЕДАГОГІЧНОГО КРЕДО МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ

У статті здійснюється дослідження проблеми становлення педагогічного кредо майбутніх вчителів фізики.

***Ключові слова:** методика навчання, компетентність, навичка, світогляд, педагогічне кредо, переконання, уміння, фізика.*

Підготовка майбутнього учителя фізики передбачає одночасно набуття певних мір обізнаності з фізики та методики її навчання. Основою формування предметних та професійних компетентностей майбутнього фахівця є його залучення до активної навчально-пізнавальної діяльності, такої, щоб «теоретик» більше практикував, а «емпірик» більше теоретизував. Проведені нами дослідження дають підстави вважати, що обізнаність (компетентність, світогляд) учня (студента) формується через належне навіювання відношень до об’єкта пізнання і що принцип динамічного балансу (раціонально-логічне та почуттєво-ціннісне) в навчанні сприяє формуванню в учнів компетентнісних показників вищого рангу, а в студентів (майбутніх учителів фізики) – власного (авторського) педагогічного кредо [5].

Розглянемо, яким чином дослідники визначають зміст поняття «кредо». В педагогічних джерелах можна знайти два трактування цього поняття:

коротке та розширене. В Словнику іншомовних слів [3] знаходимо, що термін «кредо» походить від латинського «credo» – вірю та означає – символ віри, основи світогляду, переконань».

Під розширеним трактуванням поняття «кредо» розуміють основні погляди, переконання, ідеологію, принципи, бачення, світорозуміння, світогляд, стиль думок, символ віри, символ, філософію, погляди на життя, правила. Також мають місце поняття «життєве кредо», «педагогічне кредо», «політичне кредо», «творче кредо» та інші. Під життєвим кредо розуміють стисло визначений зміст життя особистості, коротко сформульований принцип її життя [4]. Зміст терміну педагогіка походить з грецької мови: падай – діти, гогос – водіння [1]. На цій підставі під педагогічним кредо майбутнього вчителя фізики ми розуміємо сформовані в майбутніх вчителів переконання стосовно змісту своєї професійної діяльності. Наведемо приклади життєвого та педагогічного кредо педагогів [2]:

Життєве кредо:

«Бути: позитивним - тут і зараз; точним - точність увічливість королів; толерантним - толерантність це повага, у першу чергу, до самого себе; зібраним».

«Найдорогоцінніше, що є в нас - це час».

«Життя – це постійний рух, нові цікаві знайомства і взаємодопомога».

«Виконати дві основні заповіді слова Божого: любити Бога всім своїм серцем і ближнього свого, як самого себе».

«Хочеш зробити добру справу – не стримуйся».

«Не обіцяй добро чинити людям, а просто, якщо можеш, то зроби».

Педагогічне кредо:

«Той хто мало знає, і навчити зможе мало...».

«Щоб вести дітей за собою, необхідно самому рухатися, не зупиняючись».

«Безумовне позитивне ставлення до дитини, опора на позитивне в ній».

«Найважливіше у педагогічній діяльності – це гармонія у стосунках з учнями, їх батьками та колегами, постійний творчий пошук і самовдосконалення».

«Донести до серця кожної дитини знання, досвід і практичні вміння».

Виходячи із розширеного трактування поняття «кредо», ми поставили за мету встановити умови, необхідні для становлення власного педагогічного кредо майбутніх вчителів фізико-технологічного профілю. Наші дослідження дають змогу зробити висновок про те, що «педагогічне кредо» майбутнього вчителя фізики являє собою «… сплав найвищих рівнів професійних компетентностей та світогляду, і, отже, у кожному конкретному випадку щодо методичної підготовки (процес забезпечення результативності навчально-пізнавальної діяльності та дієвих знань учнів; теоретико-технологічні механізми предметних дидактик в умовах євроінтеграційних процесів компонування змісту навчального предмета «фізика» та адекватного йому освітнього середовища; об’єктивний контроль та управління в навчанні фізиці – тобто, все те, що стосується об’єкта та предмета дидактики фізики) необхідно задаватись вимогами найвищих компетентнісно-світоглядних орієнтирів (уміння, навичка, переконання, звичка). В цих умовах, залежно від типу натури студента, міри особистісних його домагань та притаманної йому шкали цінностей закладаються підвалини сформованості авторського педагогічного стилю» [7, с. 7-8]. Уміння, навичка та переконання є орієнтирами вищого рівня навчальних досягнень, тому судити про існування сформованого педагогічного кредо можливо на підставі результатів об'єктивного контролю роботи майбутніх фахівців із відповідними завданнями.

Внаслідок тривалої апробації схеми навчання, ми прийшли до висновку, що підготовка майбутнього вчителя фізики з методики і техніки шкільного фізичного експерименту, яка побудована на основі використання цільових програм, сприяє професійному саморозвитку, самовизначенню і самореалізації майбутніх учителів фізики. Це створює умови для опанування студентом форм і методів творчого пізнання, супроводжується постійним розвитком ініціативи і творчою діяльністю, що відбувається в атмосфері доброзичливості, взаємодопомоги, підвищує ефективність навчального процесу, поглиблює засвоєння навчального матеріалу, сприяє опануванню методології дослідницької діяльності, удосконалює навички роботи з методичною літературою і технічною інформацією, виховує відповідальність перед педагогічним колективом [6; 8]. Впровадження еталонних завдань на заняттях дає можливість: здійснювати оперативний контроль готовності учнів до засвоєння знань (застосування завдань нижчого рівня, коли ми маємо змогу оцінити реакцію учня, можливі утруднення, виявити прогалини у знаннях, підвести відповідь, а відповідно і знання, до необхідного, прогнозованого нами мінімуму); визначати відповідний рівень (еталон) засвоєння конкретної пізнавальної задачі, виходячи з аналізу пізнавальної, світоглядної та практичної значущості її змісту, враховуючи міжпредметні зв'язки та орієнтуючись на комплекс соціальних цілей навчання фізики; відповідно до визначеного рівня засвоєння пізнавальної задачі та досягнутого учнями на занятті (у ході розв'язування еталонних завдань) ми дістаємо можливість, здійснюючи підсумок, визначити, як співвідносяться прогнозовані результати та рівень засвоєння учнями теми.

Список використаних джерел:

1. http://dnzkrk.ucoz.ru/publ/na_dopomogu_vikhovateljam/1-1-0-1
2. http://labtv.at.ua/index/portfolio_iljukh_s_m/0-14
3. http://uk.wikipedia.org/wiki/Кредо
4. http://www.classes.ru/all-russian/russian-dictionary-synonyms -term-31596.htm
5. Атаманчук П.С. Дидактика физики (основные аспекты). Монография / П.С. Атаманчук, П.И. Самойленко. – Московский государственный университет технологий и управления, РИО, 2006. – 245 с.
6. Атаманчук П.С. Методичні основи організації і проведення навчального фізичного експерименту: навчальний посібник / П.С.

Атаманчук, О.І. Ляшенко, В.В. Мендерецький, А.М. Кух. – Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О.А., 2006. – 216 с.

7. Атаманчук П.С. Основні пріоритети та орієнтири якісного навчання фізиці / П.С. Атаманчук // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2012. – Вип. 18: Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. – С. 5-8.

8. Ніколаєв О.М. Еталонні вимірники якості знань як засіб результативного навчання в ході лабораторного практикуму з фізики / О.М. Ніколаєв // Збірник наукових праць Кам.-Под. державного університету. – КПДУ, інформаційно-вид. відділ, 2003. – Вип. 9. – С. 33-35.

The article is devoted to the research of pedagogical credo of future physics teachers.

Keywords: *teaching methodology, competence, skill, vision, pedagogical creed, beliefs, skills, physics.*

УДК 371.38.

Панчук О.П., кандидат педагогічних наук, доцент

ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОФЕСІЙНОГО САМОВИЗНАЧЕННЯ СТАРШОКЛАСНИКІВ У ПРОЦЕСІ ТРУДОВОГО НАВЧАННЯ

У статті показано і обґрунтовано основні чинники, які впливають на професійне самовизначення учнівської молоді та визначено провідну роль уроків з трудового навчання, які значною мірою допомагають учням у виборі майбутньої професії.

Ключові слова: *трудове навчання, профорієнтація, професійне самовизначення, політехнічне навчання.*

На сучасному етапі розвитку суспільно-економічних умов зростає роль економічного мислення особистості, самостійності, ініціативності та напруженої практичної роботи, яка не залежить від виду обраної професійної діяльності. У зв'язку з цим висуваються нові вимоги до освіти та професійного вибору випускників шкіл.

Саме школа повинна орієнтувати не тільки до професійного навчання, а й до діяльності за обраною професією. Як наголошує Д.Ф. Ніколенко: "У школярів відбувається становлення професійних інтересів, нахилів, спеціальних здібностей. Трудове, політехнічне навчання і виховання, виконання різних доручень – усе це дає змогу зорієнтуватися у професіях, усвідомити вимоги праці до людини, зважити свої знання, фізичні і розумові можливості, а пізніше свідомо обрати спеціальність" [1, с. 109].

Перед старшокласниками постає складна проблема визначення своєї майбутньої професії. Саме на цьому віковому періоді розвитку з найбільшою повнотою і визначеністю проявляється особистість в її сукупності уявлень про сенс майбутнього життя, можливостей, інтересів, ідеалів. Тільки добре ознайомившись з певною професійною діяльністю, набувши необхідного досвіду, молодь може впевнено самовизначитись і обрати свій шлях до поставленої мети.

Однак, за традиційної форми трудового навчання такий підхід неможливий. Як свідчить аналіз ряду досліджень та практичного досвіду профорієнтаційної роботи, школа, хоч і є одним з найбільш суттєвих факторів соціально-професійного самовизначення молоді, не завжди готувала учнів до вибору професії, а частіше орієнтувала їх на певні конкретні професії.

Значна кількість сучасних вчителів схиляються до думки, що профорієнтаційна робота в школі - це сукупність окремих заходів, а не складова частина всієї системи навчально-виховної роботи, органічно пов'язана із розвитком всебічно розвиненої особистості, підготовкою учнів до самостійного життя, праці, а тому повинна здійснюватись планомірно в процесі навчання та позакласної роботи. Такий підхід провокує стихійність, випадковість в профорієнтаційному вихованні, не забезпечуючи послідовності, наступності, та будь-якої системності в цих заходах. На жаль, учителі розцінюють профорієнтаційну роботу, як лише вимогу сьогоднішнього дня, одноразовий освітній захід, - забезпечити першість в олімпіаді, перемогти в спортивних змаганнях, зайняти краще місце в конкурсі, та інш. Такий підхід породжує відповідний недолік: педагоги турбуються не про розвиток інтересів, нахилів, здібностей учнів, а лише займаються "пошуком" видатних спортсменів, талановитих музикантів, обдарованих фізиків, біологів і.т.д. Таким чином процес профорієнтації в школі штучно звужується і замінюється "пошуком" талантів.

Як уже зазначалось, за останні роки в шкільній практиці сформувався дрібний погляд на систему профорієнтації та професійного самовизначення учнів як певне коло заходів, відокремлене від загального навчально-виховного процесу. Це завдає значної шкоди всій системі освіти, робить систему профорієнтації аморфним , суто словесним заходом. Кожен педагог чудово пояснює значення профорієнтаційної роботи, але на практиці обмежується поверхневими розмовами, загальними фразами, вибірковими заходами, як правило, показового характеру, відмітками у звітах, тобто здійснює профорієнтаційну роботу формально [3].

Згідно визначення особистості школяра, найбільшою соціальною цінністю виступає смисл готувати учнів до професійного вибору, а не пристосовувати тільки для розв’язання поточних кадрових проблем, які неможливо розв’язати лише педагогічними засобами. Аналіз діючих програм трудового навчання для учнів 8-9 класів [2] показав, що вони дають змогу проводити профорієнтаційну освіту за різною тематикою переважно в теоретичному плані, і лише епізодично забезпечують практичну пробу сил учнів за різноманітними професіями.

У процесі праці юнаки та дівчата відчувають, “чого вони ще не вміють, навчаються долати труднощі, а успіхи в цьому принесуть радість праці, любов до неї. Готуючи молодь до вибору спеціальності, необхідно вивчати її нахили і здібності, професійні уподобання, рівень спеціальних умінь і навичок” [1, 111-112]. Досвід роботи вказує, що альтернативною формою підготовки до праці і вибору професії є профільна підготовка в системі традиційного трудового навчання, яке в даному випадку ведеться в більш або менш широкому спектрі діяльності, де виявляється відповідність суб’єкта обраній професійній діяльності, коригується вибір, а в подальшому конкретизується до окремої професії або певного кола споріднених професій.

Дану форму підготовки можна назвати допрофесійною. Вона передбачає підготовку з усіх можливих профілів для забезпечення достатнього рівня готовності до вибору професії.

Під професійним самовизначенням розуміють свідоме і керуюче особистістю самовизначення, розвиток комплексу знань, вмінь та якостей особистості з метою підготовки до конкретної професійної діяльності.

Вирішальну роль у професійному самовизначенні відіграє сформованість в учнів умінь аналізувати професію за галузевою ознакою, предметом праці, змістом, складати професіограми, визначати і розвивати свої інтереси, здібності, обов’язково оцінювати свої можливості та співставляти їх з вимогами професії до людини, приймати правильні рішення про вибір професії.

Працюючи над проблемою професійного самовизначення випускників загальноосвітніх навчальних закладів, ми зробили спробу проаналізувати співвідношення професійного самовизначення з професійним інтересом і виявити, чи впливають ці інтереси на вибір професії у молоді.

За результатами дослідження ми дійшли висновку, що вибір лише певної професійної школи або навіть місця роботи без конкретної професії, не можна назвати професійним самовизначенням. Це лише соціальна орієнтація на певний професійний статус, яку в майбутньому слід конкретизувати, шляхом вибору спеціальності, місця роботи. Таке соціальне самовизначення є лише самообмеженням певного кола професій, з яких слід буде вибирати ще одну.

Таким чином, не можна говорити про те, що існує зв’язок між професійним самовизначенням і професійним інтересом. Якби він був, то самовизначення конкретизувалось би вибором конкретної професії. Якщо до вибору професії випускник підходить з наявним в нього професійним інтересом, то в процесі включення в систему ціннісних орієнтацій він буде знаходитись на значно вищому рівні професійного самовизначення, порівняно з тими випускниками, що орієнтуються лише на соціальний статус.

Провівши певні психолого-педагогічні дослідження по визначенню професійного самовизначення старшокласників, в яких приймали участь учні 9-х - 11-х класів, встановлено, що до моменту завершення навчання у школі у переважної більшості юнаків та дівчат склалися визначені уявленим про свою майбутню професійну діяльність. При чому уявлення ці диференційовані у їхній свідомості не тільки за різними сферами життєдіяльності але і за рівнем домагань, що характеризують конкретні цілі у цих сферах. Отже, 25,4% опитаних учнів зробили свій професійний вибір остаточно, 67,2% вибір зробили, але в силу ряду причин мають сумнів у ньому, і 7,4% не змогли визначитися у виборі професії. Таким чином, більше половини учнів, випускників школи (74,6%) відчувають труднощі і не можуть обрати свою майбутню професію.

Причинами за якими школярі не визначилися у виборі професії, є відсутність необхідної інформації (43,5%), відсутність систем в профорієнтації (20,9%), скорочення у найближчому майбутньому кількості робочих місць з обраної спеціальності (13,4%). Думка батьків у виборі професії виявилась визначальною, на неї опираються близько 30,8% обслідуваних випускників, порадами вчителів скористалися лише 1,42%.

Яку ж професію прагнуть отримати сучасні випускники шкіл? Згідно отриманих даних, професійну перевагу у старшокласників викликають такі професії, як товарознавець, лікар, бухгалтер, банківський працівник, юрист, інженер-програміст, педагог.

Отже, професійне самовизначення, залежить від соціальної ситуації. Адже сьогодні не всі юнаки та дівчата можуть продовжувати навчання, чи піти працювати за обраною професією (платне навчання, скорочення робочих місць на виробництві і т.д.). Практичні проби сил учнів за різноманітними професіями вимагають будувати зміст трудового навчання, виховання і профорієнтації підлітків на пріоритеті індивідуальних і з врахуванням їх вікових особливостей, а також сприяють вирішенню завдань розумової, моральної, комунікативної і професійної трудової освіти; вимагають від старшокласників бачити свою життєву перспективу з позицій дослідника, пізнавати себе в різних модельованих життєвих та професійних ситуаціях, їх зв'язку з ціннісними орієнтаціями особистості, її якостями.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Дидактичні основи формування фізико-технологічних компетенцій учнів: монографія / П.С.Атаманчук, О.П.Панчук – Кам'янець-Подільський: Кам'янець- Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2011. – 252с.

2. Бербец В. В. Контроль навчальних досягнень учнів у процесі проектно-технологічної діяльності / В. В. Бербец // Трудова підготовка в закладах освіти. – 2003. – №2. – С. 21–25.

3. Бех І. Д. Особистісно зорієнтоване виховання : науково-метод. посібник / І. Д. Бех. – К. : ІЗМН, 2008. – 204 с.

4. Власова О. І. Педагогічна психологія : навчальний посібник / О. І. Власова. – К. : Либідь, 2005. – 400 с.

In this clause is opened and is proved main metrics, which influence professional selfdetermination of the schoolboys and is defined a carrying on role to lessons from labour training, which have a carrying on role in choice of the future trade.

Keywords: *employment training, career guidance, professional self, polytechnic education.*

УДК 378.016:53

Поведа Т. П., кандидат педагогічних наук, доцент

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

МІСЦЕ І РОЛЬ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ В СТРУКТУРІ ЙОГО МЕТОДИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ

У статті розглянуто окремі аспекти проблеми організації, змісту та оцінки самостійної роботи студентів-майбутніх вчителів фізики в умовах кредитно-модульної системи навчання.

Ключові слова: *самостійна робота; методика навчання фізики; студент.*

Самостійна робота студентів виступає повноправною складовою кредитів, що відводяться на засвоєння змісту дисциплін та суттєво впливає на рейтинг успішності студентів. У зв'язку з цим особлива увага викладачів вищих навчальних закладів звертається на пошуки шляхів удосконалення та системного оновлення самостійної роботи як одного із видів навчально-пізнавальної діяльності студентів.

Проблема обґрунтування та удосконалення змісту самостійної роботи розглядається у дослідженнях багатьох вчених педагогів, зокрема А.М. Алексюка, В. К. Буряка, М. О. Данилова, С. О. Сисоєвої, Г. В. Усової, Т. І. Шамової та ін. Самостійність у здобутті знань передбачає володіння складними уміннями бачити зміст та мету роботи, організовувати власну самоосвіту, вміння по-новому підходити до вирішення завдань, пізнавальну і розумову активність та ініціативність, здатність до творчості [1]. Дотримуючись точки зору, що самостійні роботи – це вид пізнавальної діяльності студентів, А.М. Алексюк виокремлює серед самостійних робіт роботи репродуктивного типу, творчі та комбіновані.

Самостійна робота, належить до ефективного засобу активізації творчої діяльності студентів, підвищення якості підготовки фахівців. Науковці зауважують, що конкретні види занять, що виносяться на самостійне виконання студентами конструюються тільки з урахуванням предметної (змістової) сторони, без урахування співвідношення її з особистісним, процесуальним аспектами діяльності. Під самостійною роботою науковці розуміють пізнавальну діяльність, що виконується студентами самостійно, під тактовним керівництвом викладачів, а іноді, і за наперед заданою програмою або інструкцією, з урахуванням психологічних особливостей, особистісних інтересів і планів студентів. Все це здійснюється в рамках вимог навчальних програм. Разом з тим, під самостійною роботою студентів розуміємо множину типів навчальних, виробничих і дослідницьких завдань, що виконуються студентами під керівництвом викладача і спрямовану на засвоєння системи загальнонаукових, професійних і самоосвітніх знань, умінь і навичок, досвіду творчої діяльності і системи поведінки.

В багатьох сучасних дослідженнях розкривається сутність самостійної роботи як однієї з форм пізнавальної діяльності студентів, ефективного методу активізації пошукової роботи, способу засвоєння навичок самоаналізу, самопошуку, самостійного формулювання узагальнень, висновків, проте загальні критеріальні підходи до оцінювання завдань самостійної роботи в них не розглядаються.

Сучасна методична складова підготовки вчителя фізики включає методологічну, психолого-педагогічну, дидактичну, технологічну, інформаційно-комунікаційну та організаційно-управлінську складові. Засвоєння змісту кожної із виокремлених складових передбачає також визначення обсягу та змісту самостійної роботи студентів в рамках відповідних змістових модулів. Якщо раніше виконання самостійної роботи не завжди оцінювалось і студент міг виконувати завдання самостійної роботи несистематично, то зараз виконання самостійної роботи виступає складовою рейтингу його успішності. Окрім того, якщо раніше виконання завдань самостійної роботи не обмежувалось рамками часу, то зараз термін виконання самостійної роботи є чітко визначеним, а результат засвоєння змісту модуля включає оцінку результатів виконання самостійної роботи.

Організація продуктивної систематичної самостійної роботи студентів передбачає визначення критеріїв і форм контролю, підготовку методичних розробок з урахуванням сучасних вимог до організації самостійної роботи. З огляду на актуальність проблеми обґрунтування сутності завдань для самостійної роботи студентів та її значення для успішності засвоєння змісту методичної підготовки вчителя фізики, мета нашого дослідження полягала у обґрунтуванні сутності самостійної роботи студентів з методики навчання фізики. Досягненню мети сприяє вирішення наступних завдань: розкриття теоретичних засад проблеми дослідження; визначення особливостей конструювання завдань для самостійної роботи; обґрунтування критеріальної оцінки результатів виконання студентами завдань самостійної роботи.

З метою організації управління позааудиторною самостійною роботою студентів виокремлюємо дві взаємопов'язані підсистеми: систематичну роботу, розподілену невеликими порціями за днями і довготривалу за часом самостійну роботу студента. Для цілеспрямованого і оптимального управління процесуальною стороною пізнавальної діяльності студентів розробляємо технологічні картки для різних видів самостійних робіт, зокрема: складання тез; складання виписок; роботи з книгою; конспектування; реферування; анотування; підготовки коротких повідомлень, виступів; виконання дипломної роботи тощо. Ці картки призначаються для студентів із різним рівнем підготовки. Так, недостатньо підготовлений студент використовує їх як програму дій для виконання завдань, а для сильніших студентів технологічна картка виконує функцію пам'ятки. Виходячи із загальних цілей навчальної програми курсу методики навчання фізики, а також конкретних цілей кожного заняття, продумуємо навчальні задачі з метою формування у студентів відповідної компетенції.

Завдання самостійної роботи передбачають, у цьому випадку, багаторазовий цільовий аналіз навчального матеріалу (опорної теми, яка для кожного студента індивідуальна, наприклад: "Закони Ньютона, "Закон Гука", "Сила тертя"), що націлює студента на необхідність повторного звернення до підручників фізики, пошуку додаткових джерел інформації, заглиблення в сутність питань.

Конструювання завдань різного рівня складності забезпечує перехід студентів у процесі засвоєння знань від простішого до складнішого рівня. Ця ланка організації самостійної роботи студентів є важливою у поступовому переході в цій роботі до пізнавальної рефлексії і саморегуляції. Поряд з цим розуміємо, що надмірні вимоги до виконання самостійних робіт призводять до психічного перенапруження, а інколи навіть і виснаження. Реакцією на непосильні навантаження може бути зниження інтересу до навчання, несерйозне ставлення до нього. Тому, обсяги і терміни виконання самостійної роботи мають бути дозовані та чітко визначені. Не можна допускати, щоб студенти розчаровувались у своїх силах, усвідомлюючи, що заданий темп «накопичення» знань перевищує їх індивідуальні можливості.

Відносно термінів виконання як критерію оцінки ефективності самостійної роботи існують різні думки. Безперечно, що термін виконання завдань є важливим показником успішності засвоєння змісту навчальної програми курсу, який залежить від багатьох чинників, як об'єктивних так і суб'єктивних. До об'єктивних чинників, варто віднести тип завдань (рівень складності завдання, як показник, що відображає міру проблемності завдання); можливості для його виконання (наявність необхідного методичного, інформаційно-інструктивного забезпечення, обладнання); наявність попереднього досвіду організації та самоорганізації діяльності. До суб'єктивних чинників належать: індивідуальний стиль діяльності; рівень домагань як показник особистісно-ціннісної значимості завдання, зацікавленості, інтересу.

Врахування терміну як критерію оцінки ефективності виконання самостійної роботи має мати місце у системі оцінювання, і в окремих випадках мусить враховуватись при проведенні оцінювання результатів самостійної роботи. Але значно більше значення, на нашу думку, варто приділити якості виконання самостійної роботи. Якість виконання – це показник, про рівень якого можна судити за допомогою наступних ознак:

– відповідності виконаної роботи поставленій меті;

– повноти: виконання завдання може передбачати реалізацію кількох етапів, дотримання яких дозволяє представити очікуваний результат у повному обсязі;

– дотримання вимог до оформлення роботи (кожний вид робіт має супроводжуватися інструкціями, письмовими або усними, вказівками до оформлення: письмовий звіт, узагальнена таблиця, план-конспект, схема тощо);

– обсягу виконаної роботи;

– естетичність у оформленні (чіткість і акуратність записів, малюнків, графіків, схем, таблиць, діаграм; структурованість змісту).

Завдання для самостійної роботи, будучи тісно пов'язаними із програмовим матеріалом, можуть відображати як теоретичний так і практичний компонент модуля. Іншими словами, зміст завдань можуть містити як вимогу теоретичного аналізу, осмислення, систематизацію і узагальнення, так і практичного вирішення проблемних ситуацій. Зрозуміло, що зміст самостійної роботи визначається як специфікою дисципліни, так і кількістю годин, відведених на цей вид діяльності студента. Якщо мета полягає у формуванні умінь і навичок розв'язувати фізичні задачі, то відповідно і форма завдань, і критерії їх оцінювання матимуть інший вигляд. У кожному разі, при розробці завдань для самостійної роботи варто керуватись вимогами [3]:

– оптимального поєднання корисного і раціонального;

– відповідності змісту завдань навчальній програмі;

– забезпечення різних видів діяльності, поєднання інтелектуального та практичного аспекту у завданнях;

– наявності інформаційної, методично-інструктивної забезпеченості процесу виконання завдань;

– дотримання загальних підходів до процедури оцінювання (обґрунтування критеріїв оцінювання якості виконання роботи; критерії оцінювання завдань різних типів у системі самостійних робіт; визначення загального рейтингу самостійної роботи).

Готуючи завдання для самостійної роботи студентів, класифікуємо її за трьома рівнями:

– репродуктивні (законспектувати програмні документи щодо розвитку фізичної освіти; розкрити сутність планування навчального матеріалу з фізики; ознайомитись з принципами побудови підручників);

– продуктивні (проаналізувати умови ефективності навчально-пізнавальної діяльності учнів; скласти технологічну картку використання засобів навчання у процесі вивчення опорної теми з фізики; провести порівняльну характеристику організації дидактичного процесу за проблемною та інтерактивною технологіями навчання; зробити дидактичний аналіз однієї з типових розробок уроків у розрізі опорної теми);

– творчі (обґрунтувати критерії оцінки успішності засвоєння понять; змоделювати організацію взаємодії на індивідуальному, груповому, міжгруповому рівнях в змісті реалізації завдань вивчення опорної теми; розробити тестові завдання перевірки якості знань з опорної теми).

Теоретичні узагальнення розробки змісту та форми самостійних робіт студентів уможливлюють виокремлення наступних положень: самостійна робота – це вид пізнавальної діяльності, що виконується студентами під керівництвом викладача і спрямована на засвоєння системи загальнонаукових, професійних і самоосвітніх знань, досвіду творчої діяльності та системи поведінки; якість виконання самостійної роботи студента забезпечується ефективністю управління викладача; ефективність управління забезпечується врахуванням вимог як до конструювання завдань для самостійних робіт, так і до процедури перевірки результативності їх виконання.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П. С. Організація самостійної діяльності старшокласника з фізики у системі розвитку пізнавальної самостійності. Проблеми сучасної психології / П. С. Атаманчук, Т. П. Поведа // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка, Інститут психології ім. Г.С.Костюка АПН України / За ред. С.Д.Максименка, Л.А.Онуфрієвої. Вип.3. Кам’янець-Подільський: Аксіома. – 2009. – 460 с. – С. 22-33.

2. Опачко М. В. Дидактичний менеджмент у методичній підготовці вчителя фізики: роль і місце / М. В. Опачко // Науковий вісник УжНУ. Серія: Соціальна робота. Педагогіка. – 2008. – Вип.14. – С.117-120.

3. Поведа Т. П. До питання визначення сутності та змісту самостійної роботи студентів у вищих навчальних закладах / Т. П. Поведа // Модернізація вищої освіти в контексті європейського виміру. Науково-методичний

збірник. – Кам’янець-Подільський: Аксіома, 2009. – 344 с. – С. 50-56.

The paper considers some aspects of the organization, content and evaluation of individual work of students-future teachers of physics in a credit-module system.

Keywords: *independent work, methods of teaching physics, student.*

УДК 371.381

Пташнік Л.І., кандидат педагогічних наук, доцент

ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ОСНОВ ТЕХНІЧНОГО КОНСТРУЮВАННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

У статті розглянуто деякі теоретичні аспекти впровадження творчих проектів на заняттях з студентами в навчальних майстерня.

Ключові слова: *трудове навчання, проект, конструювання, модель, політехнічне навчання.*

Враховуючи сучасний розвиток науки і техніки, можна виділити ряд шляхів підвищення ефективності занять з трудового навчання: розвивати розумову діяльність учнів, вчити логічно мислити, аналізувати, передбачати труднощі, недоліки, вміти їх подолати і т.д.

У зв'язку з цим була поставлена задача: знайти оптимальні можливості предметів "Фізика" і "Трудове навчання" в розвитку у школярів інтересів, що впливають на їх професійне самовизначення.

Для вирішення цієї задачі ми розглянули організацію уроків фізики і трудового навчання. Як показує практика, в деяких учнів при переході в старші класи спостерігається понижений інтерес до занять з фізики і трудового навчання. Цей чинник можна пояснити. Так, учні V-IX класів мають певній запас знань для самостійної творчої праці. Проте на заняттях вони невміло використовують свої знання з практики, тому необхідно розвивати в них технічне мислення разом з розвитком трудових умінь.

Можна виділити наступні загально трудові політехнічні уміння школяра: конструктивно-технічні, організаційно-технологічні, операційно-контрольні. Ці уміння формуються на трьох етапах.

На першому етапі виявляється образ виробу, який може бути виготовлений за кресленнями, схемами або за особистим задумом.

На другому етапі здійснюється організація і технологія виробництва.

Тут відбувається вибір знарядь праці і необхідного матеріалу, визначається спосіб обробки деталей.

На третьому етапі виконуються технологічні операції, які спланували. Заключним є самооцінка і контроль.

Для розвитку технічного мислення в школярів, узагальнення їх знань і формування загально трудових політехнічних умінь на уроках праці ми використовуємо технічні задачі з конструювання виробів, технології виробництва і управління процесами виготовлення. При виборі цих задач слід звернути увагу на їх політехнічний зміст. Причому вони повинні бути логічно поєднанні із змістом і характером процесу навчання, враховувати один з основних принципів дидактики — від простого до складного.

Ідея технічного конструювання з промисловості прийшла і в навчання. Проте не можна вважати, що технічне конструювання у промисловості та у процесі навчання збігаються за змістом та завданнями. Хоч технічне конструювання застосовується у багатьох галузях промисловості лише не багатьом учням доведеться зустрітися з технічним конструюванням. Проте у цьому процесі поєднуються основні напрямки технічної творчості, оскільки під час технічного конструювання доводиться розв'язувати конструкторські, технологічні та організаційно-економічні завдання. Саме це приваблює з погляду навчання. Але коли уважно придивитися до процесу виготовлення будь-якої продукції, то можна дійти висновку, що й тут відбувається те саме. Правда,якщо під час конструювання доводиться розв'язувати, як правило, творчі завдання, то у виготовленні звичайної продукції вони можуть мати репродуктивний характер. Крім того, у процесі конструювання робота конструктора і технолога більш пов'язана в організаційному відношенні, що також справляє враження про більш тісний зв'язок між різними напрямками технічної творчості, ніж у разі виготовлення звичайної продукції.

Для навчання, виходячи з завдань політехнічної освіти, тобто враховуючи необхідність ознайомлення учнів з найхарактернішими і найпоширенішими виробничими процесами, об'єктами та явищами, головним у процесі конструювання є навчання розв'язання творчих завдань. Серед таких завдань розробку технічної документації на модель, яка опирається на теорію подібності, слід розглядати як вузькопрофесійний процес, яким на практиці займається обмежене коло спеціалістів. Навчання розв'язання творчих технічних завдань може ґрунтуватись на виготовленні будь-якої продукції і стає можливим, коли забезпечується керівництво діяльністю учнів з боку вчителя. Досвід роботи шкіл, дослідження ряду науковців показують, що технічне конструювання у школі не повинно повторювати за змістом технічне конструювання, яке проводиться у галузі виробництва.

Спираючись на зазначені висновки, розкриємо зміст технічного конструювання у школі таким, яким він має бути, коли виходити із завдань навчання. Розглянемо, що досягається в процесі випробування моделей з точки зору завдань навчання. Очевидно, що цьому вдається показати учням використання закономірностей та явищ природи у практиці людської діяльності. Вдається, отже, пов'язати знання учнів з основ наук з їх практичною діяльністю. Це має велике навчальне та виховне значення. Проте, як відомо і такий зв'язок не є самоціллю трудового навчання. Дидактичний зв'язок повинен органічно вплітатись у трудову діяльність учнів, яка в процесі технічного конструювання визначається головним чином першими двома етапами, тобто розробкою технічної документації та виготовлення моделі. Тому орієнтуватися доводиться передусім на такі моделі, які є найзручнішими для включення учнів у складання креслень, складання технологічного процесу, виготовлення деталей моделі та їх складання. У деяких випадках випробування моделі можна замінити контролем її точності. Це не зменшує навчальної цінності конструювання, якщо при цьому учні ознайомлюються з основами сучасного промислового виробництва.

Отже, вирішальне значення має не об'єкт роботи, а ті завдання, які учні розв'язують у процесі його виготовлення. З цього приводу відомий дослідник І.Д.Коржев зауважує, що не тільки модель електричного двигуна, а й ручку молотка можна зробити конструктивною темою, якщо поставити перед учнями такі завдання:

– довжина ручки повинна давати найвигіднішу силу для удару;
– ручка не повинна висковзувати з руки;
– молоток не повинен зриватися з ручки.

Отже, під технічним конструюванням у школі слід розуміти діяльність учнів, пов'язану з виготовленням різних виробів, якщо при цьому виконуються такі основні умови:

1. Створюється уявлення учнів про основи сучасного промислового виробництва.
2. Розвивається конструкторська творчість.
3. Засвоюються технологічні знання.
4. Формуються та закріплюються вміння і удосконалюються навички обробки матеріалів.

Названі умови дають можливість сформулювати вимоги, якими слід керуватися, вибираючи об'єкти конструювання і визначаючи їх учням:

1. Модель має бути об'єктом, прийнятним з точки зору завдань політехнічного навчання.
2. Вибираючи об'єкти для конструювання, треба враховувати рівень знань учнів з основ наук. Якщо учням належить побачити на прикладі моделі використання на практиці певних природничо-наукових закономірностей та явищ, то їх треба завчасно ознайомити з цими закономірностями та явищами з курсу фізики, хімії тощо.
3. Виготовлення моделі повинно супроводжуватись використанням умінь і навичок з обробки матеріалів, яких учні набувають на заняттях у майстерні.

Отже, конструювання у школі розглядається як процес навчання дітей читати і складати креслення, як процес ознайомлення учнів з елементами конструкторських та технологічних знань і застосування їх на практиці. Очевидно, не потрібно доводити, що при цьому створюються умови для розв'язання з учнями завдань конструкторського,, технологічного та організаційно-економічного змісту. Отже, у процесі технічного конструювання створюються умови для розвитку технічної творчості учнів. Тому конструювання не повинно обмежуватися однією або двома темами. На допомогу розвитку талантів учнів приходить позашкілля, де вихованці мають широке поле для розвитку своїх здібностей.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики / П.С. Атаманчук. – Кам.-Подільський: К-ПДПУ, ІВВ, 1999. – 174 с.
2. Волощук І. Концептуальні засади творчих здібностей школярів / І. Волощук. – Трудова підготовка в закладах освіти, 2003. – №2. – С.3.
3. Курок В.П. Концепція інженерної підготовки майбутніх учителів трудового навчання / В.П. Курок. – Вища освіта України, 2004, №3, с73-79.
4. Тхоржевський Д.О. Методика трудового та професійного навчання. Частина І. Теорія трудового навчання: Підручник для вищих педагогічних навчальних закладів / Д.О. Тхоржевський. – Київ:РННЦ“ДІНІТ”, 2000.–248 с.

In the article some theoretical aspects of introduction of creative projects are considered on reading with students in educational workshops.

***Keywords**: labor training, project design, model, polytechnic education.*

УДК 372.5.016:53

Роздобудько М.О., старший лаборант

РЕАЛІЗАЦІЯ КОМПЕТЕНТНІСНОГО ПІДХОДУ ПРИ ВИВЧЕННІ ПРЕДМЕТУ «БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ»

У статті розглядаються шляхи формування професійних компетентностей. Розкрито основні мотиви формування та розвитку компетентнісно-світоглядних професійних якостей.

***Ключові слова:** компетентність; вчителі технології; навчальна дисципліна; професійна підготовка.*

Недостатня підготовка населення в питаннях безпечної поведінки в різноманітних небезпечних і надзвичайних ситуаціях, недотримання частиною населення правил дорожнього руху та пожежної безпеки, нехтування правилами культури поведінки, особистої гігієни та нормами здорового способу життя в більшості випадків є причинами захворювань, нещасних випадків та загибелі людей. В даний час у справі підготовки населення в області безпеки життєдіяльності і вироблення у громадян звичок захисту довкілля, здорового способу життя зростає роль і відповідальність системи освіти. Тільки через освіту можна забезпечити підвищення загального рівня культури населення країни, регіону в галузі безпеки життєдіяльності та зниження негативного впливу «людського фактору» на безпеку життєдіяльності особистості, суспільства і держави.

Характерною рисою сучасної освіти став компетентнісний підхід. Компетентність – здатність і готовність діяти за межами навчального процесу в реальному житті, нестандартних ситуаціях.

Безпека життєдіяльності у загальній освіті – це єдина, безперервна система цілеспрямованої педагогічної роботи, що забезпечує належний рівень підготовленості людини в галузі безпеки життєдіяльності, збереження і зміцнення здоров'я. Мета навчання студентів безпеці життєдіяльності – підготовка людини до успішних дій по забезпеченню безпеки особистості, суспільства, держави, що відповідає основним ідеям компетентнісного підходу.

Статистика говорить про те, що в сучасних умовах не знижується динаміка загроз і небезпек для людини від власної життєдіяльності у побутовій, соціальній, природної та техногенної сферах організація освітнього процесу у загальноосвітніх установах має бути з урахуванням підвищення вимог до змісту навчального предмета безпеки життєдіяльності. Кількість надзвичайних ситуацій (НС), що відбуваються на території України, рівень смертності в результаті різних нещасних випадків, пригод однозначно свідчить про відсутність у громадян, у тому числі дітей, навичок безпечної поведінки. У зв'язку з цим особливу увагу необхідно приділяти формуванню в студентів культури безпеки життєдіяльності.

Під культурою безпеки життєдіяльності слід розуміти рівень розвитку людини і суспільства, що характеризується значимістю завдання забезпечення безпеки життєдіяльності в системі особистих і соціальних цінностей, поширеністю стереотипів безпечної поведінки в повсякденному житті і в умовах небезпечних і надзвичайних ситуацій, ступенем захищеності від загроз і небезпек у всіх сферах життєдіяльності .

Така культура повинна формуватися з раннього дитинства, вдосконалюватися протягом усього життя, бути безперервною і носити випереджуючий характер. Формування культури безпеки починається в сім'ї і продовжується в школі, у вузі, на роботі, причому найбільш широкими можливостями для організації цього процесу розпорядженні освітнє середовище.

Основними завданнями, на комплексне вирішення яких має бути спрямоване формування культури безпеки в процесі вивчення курсу безпеки життєдіяльності, є наступні:

- виховання мотивації до безпечної поведінки;
- формування системи знань, умінь і навичок безпечної поведінки;
- формування потреби у здоровому способі життя;
- психологічна підготовка до надзвичайних ситуацій.

Формування культури безпеки передбачає формування наступних ключових компетентностей:

Ціннісно-смислових: наявність ціннісного ставлення до здоров'я і людського життя, прояв громадянської позиції; володіння способами самовизначення в ситуаціях вибору; вміння приймати рішення, брати на себе відповідальність за їх наслідки, здійснювати свої дії і вчинки на основі вибраних цільових та смислових установок; вміння оцінювати свою поведінку, риси свого характеру, свої фізичний і емоційний стани.

Навчально-пізнавальних: постановка мети і організація її досягнення; організація своєї навчальної діяльності (планування, аналіз, рефлексія, самооцінка); уміння вирішувати навчально-пізнавальні проблеми; вміння здійснювати розумові операції (порівняння, зіставлення, класифікацію, ранжування об'єктів за одним або кількома запропонованим підставах, критеріями), встановлювати причинно-наслідкові зв'язки; вміння самостійно виконувати різні творчі роботи, брати участь в проектній діяльності, в організації та проведенні навчально-дослідної роботи.

Комунікативних: володіння способами взаємодії з оточуючими людьми; виступати з усним повідомленням, вміння поставити запитання, коректно вести навчальний діалог; володіння різними видами мовленнєвої діяльності (монолог, діалог, читання, письмо); володіння способами спільної діяльності в групі, прийомами дій у ситуаціях спілкування.

Інформаційних: володіння навичками роботи з різними джерелами інформації (книгами, підручниками, довідниками, картами, енциклопедіями, Інтернетом); вміння самостійно шукати, витягувати, систематизувати, аналізувати і відбирати необхідну для вирішення навчальних завдань інформацію, організовувати, перетворювати, зберігати і передавати її; вміння орієнтуватися в інформаційних потоках, виділяти в них головне і необхідне; усвідомлене сприйняття інформації, поширюваної по каналах ЗМІ.

Здоров'язберігаючих: досвід орієнтації в природному середовищі; знання і застосування правил поведінки в екстремальних ситуаціях: володіння способами емоційної саморегуляції, самопідтримки і самоконтролю; знання і застосування правил особистої гігієни, вміння піклуватися про власне здоров'я, особистої безпеки, вести здоровий спосіб життя; володіння способами надання першої медичної допомоги, використання засобів індивідуального та колективного захисту.

Одним із наріжних каменів культури безпеки є внутрішня, психологічна готовність адекватно діяти в умовах, що змінилися. Це те необхідна умова виживання в екстремальній ситуації, без якого стають марні найсучасніші засоби порятунку. «Що толку від гострого меча, якщо він в руках боягуза?» - Говорить прислів'я.

Формування культури безпеки в освітньому середовищі передбачає освоєння учнями знань про закономірності поведінки людини в стресових умовах. Адже недоліки індивідуальних якостей людини проявляються в стресових ситуаціях особливо яскраво.

Поки стрес, викликаний ускладненням умов діяльності, не перевищує певного рівня, він сприяє подоланню труднощів. Однак це досягається за рахунок мобілізації ресурсів організму, що може призвести до виснаження. З цього стає очевидним, наскільки важливо володіти навичками екстреної психологічної допомоги і самодопомоги. Студенти мають оволодіти простими і ефективними методами, що дозволяють взяти свій стан під контроль, а також допомогти іншій людині.

Напевно, кожен опинявся в такій ситуації, коли людині, яка знаходиться поруч, погано, а як допомогти йому, оточуючі не знають. Самий вірний і самий старий спосіб допомоги – це участь, співчуття, співпереживання. Застосування існуючих прийомів психологічної допомоги може істотно полегшити стан людини і певною мірою запобігти відстрочені наслідки психологічної травми. Культура безпеки життєдіяльності припускає володіння основоположними принципами надання екстреної психологічної допомоги, а також принципами самодопомоги.

У практиці навчання безпеки життєдіяльності в рамках спеціального навчального предмета більшою мірою реалізовані принципи системності, систематичності і послідовності в побудові змісту навчання. Разом з тим в предметі безпека життєдіяльності іноді спостерігається дублювання деяких елементів знань, які є органічною частиною інших навчальних дисциплін (біології, хімії, фізики і т.д.). Використовуючи той чи інший варіант вивчення ОБЖ, необхідно прагнути уникати негативних сторін, застосовувати сучасні технології, інтерактивні методи роботи з учнями.

Таким чином, компетентності в області основ безпеки життєдіяльності передбачають формування в студентів не тільки традиційних умінь і навичок, а й універсальних способів дій і ключових компетенцій. Реалізація курсу безпеки життєдіяльності повинна забезпечити:

- освоєння знань про здоровий спосіб життя, про небезпечні та надзвичайних ситуаціях і основах безпечної поведінки при їх виникненні;
- розвиток якостей особистості, необхідних для ведення здорового способу життя, забезпечення безпечної поведінки в небезпечних і надзвичайних ситуаціях;
- оволодіння умінням передбачати потенційні небезпеки і правильно діяти у разі їх виникнення, використання засобів індивідуального та колективного захисту, надання першої допомоги;
- виховання почуття відповідальності за особисту безпеку і безпеку оточуючих, формування внутрішньої готовності до важких і небезпечних професій, у тому числі до військової служби.

Список використаних джерел:

1. Андрєєв А. В. Знання або компетенції? / А. В. Андрєєв // Вища освіта в Росії. – 2005. – № 2 с. 3–11.
2. Баєва І. А. Безпека освітнього середовища, психологічна культура і психічне здоров'я школярів / І. А. Баєва. – М.: Думка, 2002. – 118 с.
3. Бермус А. Г. Проблеми та перспективи реалізації компетентнісного підходу в освіті / А. Г. Бермус. – М.: Наука, 2005. – 142 с.
4. Зимова І. А. Ключові компетенції – нова парадигма результату освіти / І. А. Зимова. – М.: Наука, 2008. – 134 с.

We consider the ways of forming professional competences. The basic reasons for the formation and development of competency-philosophical merit.

***Keywords**: competence; teachers technology; academic discipline; professional training.*

УДК 373.5.16:53

Семерня О.М., кандидат педагогічних наук, доцент, докторант

ДІЄВІСТЬ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ: МЕТОД АНАЛІЗУВАННЯ

У статті описані особливості методології дієвого навчання фізики в аспекті використання методу аналізування пізнавальної діяльності студентів. Наводяться приклади використання навчально-методичних завдань з логічним навантаженням, педагогічного сценарію гри на фізичні парадокси, уявні експерименти.

Ключові слова: *методологія дієвого навчання, метод аналізування, компетентісно-світоглядні якості.*

Постановка проблеми у загальному вигляді, зв'язок із науковими і практичними завданнями. Становлення й оновлення змісту фізичної освіти призводить до зміни пріоритетів у пізнавальній діяльності тих, хто навчається. Питаннями методології пізнавальної діяльності особистості займаються багато галузей: психологія, філософія, спеціальні науки, фізика, інформатика, математичне моделювання тощо. Достатньо актуальним таке наукове питання розгортається у полі теорії та методики навчання (фізика).

Аналіз основних досліджень. «Кожна людина використовує логіку у своєму мисленні як "органон" (інструмент, набір розумових операцій, необхідних для проведення певних досліджень), тобто як інструмент, засіб при виконанні різноманітних інтелектуальних дій. До логічних методів пізнання предметів, явищ, процесів об'єктивного світу відносяться: аналіз, синтез, абстрагування, ідеалізація, узагальнення, дедукція, індукція, аналогія, екстраполяція, моделювання, гіпотеза» [4].

«Аналіз (гр. - розклад, розбір, розчленування) — логічний прийом, метод дослідження, який полягає в тому, що досліджуваний об'єкт уявно або практично розчленовується на складові елементи (ознаки, властивості, структурні частини), кожний з яких відтак досліджується окремо як частина розчленованого цілого» [5].

Цілі статті – теоретично обґрунтувати та практично описати використання навчально-методичних завдань з логічним навантаженням для встановлення чинників, які розвивають компетенції майбутнього учителя фізики.

Виклад основного матеріалу. У постанові Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 року № 1341 «Про затвердження Національної рамки кваліфікацій» визначені основні спеціальні терміни. Будемо дотримуватись тлумачення, що «компетентність/компетентності − здатність особи до виконання певного виду діяльності, що виражається через знання, розуміння, уміння, цінності, інші особисті якості; результати навчання − компетентності (знання, розуміння, уміння, цінності, інші особисті якості), які набуває та/або здатна продемонструвати особа після завершення навчання» [1].

Якщо говорити про процес аналізування пізнавальної діяльності студентів у навчанні методики фізики, то приходимо до висновку про цікавий педагогічний феномен [6]. Зміст явища полягає в успішному й результативному навчально-пізнавальному процесі під час залучення студентів до активного моделювання професійної педагогічної діяльності з шкільної фізики: виготовлення і модернізація фізичних приладів, створення презентаційних матеріалів на задану тему, участь у науково-методичних конференціях, конкурсах, здійснення наукових публікацій тощо.

Більш детально розвивається така успішна діяльність під час виконання студентами навчально-методичних завдань із логічним навантаженням.

Наприклад.

1 (Уміння). *Описати* відомі Вам експерименти, які показують, що: імпульс зіткнень (навіть не пружних) зберігається; постійна сила створює постійне прискорення.

2 (Навичка). *Коротко описати*, яке з поданих експериментальних відкриттів вплинуло чи внесло знання в астрономічне представлення:

а) спостереження Венери Галілеєм;

б) спостереження Галілеєм плям на Сонці;

в) відкриття Галілеєм супутників Юпітера;

г) відкриття Урану (1780 р.);

д) чіткі вимірювання положення Марсу, які зробив астроном Тихо Браге.

3 (Навичка). *Написати* коротку примітку про зіставлення маси і ваги. *Описати* властивості кожного поняття (1 сторінка).

4 (Навичка). З відкритої поверхні блюда випаровується рідина, і вентилятор розганяє пару.

а) Чому рідина зникає у цьому випадку швидше, ніж коли вентилятор вимкнений? (1 стрічка).

б) Чому рідина зникає швидше, якщо її підігріти? (3 стрічки).

5 (Переконання). а) *Як* наукове знання приходить у фізику? *Обґрунтуйте* роль спостереження, експерименту і математики. Наведіть приклади.

б) *Чи може* лише математика дати нові знання про реальний світ? *Поясніть*, чому математика важлива тоді, коли вона може тільки перетворити те, що ми взнали із експерименту.

в) *Порадьтесь із людьми*, які вивчають біологію, геологію чи фізіологію та установіть, як там отримують знання. *Порівняйте* методи цих наук із методами у фізиці.

Іншими цікавими завданнями на аналізування пізнавальної діяльності майбутніх учителів фізики є логічні тексти-практикуми.

До прикладу, з дисципліни «Методика навчання фізики у основній школі».

1 (Уміння). *Проаналізувати* діючі підручники, посібники з шкільного курсу фізики (ШКФ) 7-9 класах у вигляді порівняльної таблиці.

2 (Уміння). *Систематизувати* зміст навчального фізичного експерименту з ШКФ основного рівня.

3 (Переконання). *Спроектувати* та *підготувати* розгорнутий план-конспект вступного уроку фізики.

4 (Уміння). *Проаналізувати* діючі шкільні програми суміжних навчальних курсів за вмістом наукових методів пізнання та фізичних величин:

а) хімія; б) географія; в) природознавство.

5 (Уміння). *Проаналізувати* діючу шкільну програму фізики в аспекті вивчення поняття фізичної величини та *розробити узагальнюючу* блок-схему.

Так, не менш цікавим педагогічним спостереженням, виявилось виконання студентами четвертого курсу фізико-математичного факультету навчально-методичних завдань із логічним навантаженням і аналогіями.

Досить цікавими прикладами розвитку аналізування пізнавальної діяльності є завдання із підказками.

До прикладу, реферати або авторські статті на задану тематику [8].

1. Історія радіоактивності

(1890-1915 рр. або з 1915 року дотепер).

2. Експеримент Міллікена для визначення *е*

(Міллікен написав детальний звіт про роботу у власній книзі).

3. Механіка Ньютона та філософія

(Як ньютонівська механіка пов'язана з філософськими поглядами його сучасників? Як його діяльність вплинула на філософію наступних поколінь?)

4. Філософія фізичної науки із точки зору початківця

(Зверніть увагу на класичні книги «Філософія науки» Стефана Толміна, «Експеримент і теорія в фізиці» Макса Борна, парадокси та уявні експерименти з філософії).

5. Фізика звуку та музики

(Написана стаття рекомендується для перечитування музикантом для виявлення рівня її доступності читачеві).

Висновок. Отже, навчально-методичні завдання та сценарії професійних ігор із логічним навантаженням сприяють дієвому навчанню й формуванню належних компетентностей.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямку. Методична компетентність майбутнього вчителя фізики через дієвість.

Список використаних джерел:

1. http://document.ua/pro-zatverdzhennja-nacionalnoyi-ramki-kvalifikacii-doc81930.html − Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 № 1341 Про затвердження Національної рамки кваліфікацій.

2. http://second.udec.ntu-kpi.kiev.ua/lspace/philosof_problem_demo – Лекції по філософії.

3. http://uk.wikipedia.org – Інтернет-бібліотека.

4. http://www.filosof.com.ua/Jornel/M_47/Ducyak.htm – Мультиверсум. Філософський альманах. - К.: Центр духовної культури, - 2005. - № 47.

5. www.lnu.edu.ua/faculty/pravo/logika_lekcia_4.doc – Лекції по логіці.

6. Атаманчук П.С. Дидактичне забезпечення семінарських занять з курсу «Методика навчання фізики» (загальні питання) : навчальний посібник / П.С. Атаманчук, О.М. Семерня, Т.П. Поведа. - Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2011. - 384 с.

7. Семерня О. М. Основи методології дієвого навчання майбутніх учителів фізики : монографія. / О. М. Семерня. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2012. – 376 с.

In this article are describe about the methodology of the teacher physics: the analytical of knowledge's. For example: the methodical exercises with logistic, the pedagogical game with a paradox and a thinking experiment.

Keywords: *competitions, methodology, quality of knowledge's, analytical method.*

УДК 004.9:[372.3+372.2]

Смалько О.А., кандидат педагогічних наук, доцент

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНІЙ РОБОТІ З ДОШКІЛЬНЯТАМИ

У статті наводяться результати проведеного дослідження сучасних україномовних комп'ютерно-орієнтованих мультимедійних матеріалів, розроблених для підтримки навчання, виховання та розвитку дітей дошкільного віку.

Ключові слова: *веб-сайт, відеоканал, мультфільм, казка, розвиваюча гра.*

Як би несподівано це не звучало, але комп'ютерні технології можна з успіхом використовувати при дошкільному навчанні і вихованні дітей. Якісно створені, барвисті мультимедійні, навчально-ігрові та інтерактивні програмні засоби чинять значний вплив на емоційну сферу дітей, сприяючи підвищенню їхньої пізнавальної активності, розвиваючи у них творчі здібності, уяву, увагу, пам'ять, мислення, мовлення.

Здебільшого вперше з комп'ютером діти знайомляться вдома, в сім' ї, а вже після того у дитячому садку. Фахівці вважають, що використання комп'ютерів у дошкільному закладі не заперечує його засад, адже здійснюється в межах вікового підходу, забезпечуючи створення ігрового середовища відповідно до вимог Базового компоненту дошкільної освіти України [2].

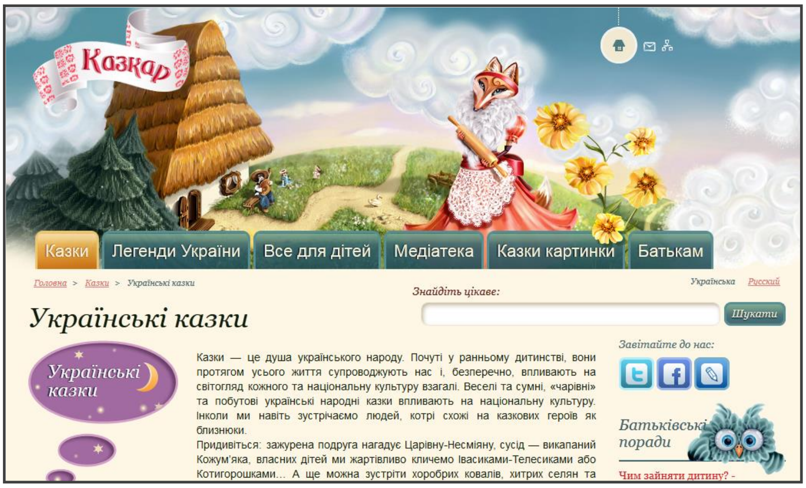


Рис. 1. Вигляд сайту "Казкар"

На даний час в україномовному сегменті Інтернету можна знайти не дуже багато корисних матеріалів для розвитку дошкільнят, але завдяки ентузіазму щирих патріотів Батьківщини їх кількість постійно поповнюється.

Наприклад, завдяки зусиллям лише однієї людини — Миколи Владзімірського — створено сайт "Весела абетка" (http://abetka.ukrlife.org), на якому зібрані оповідання, загадки, вірші, казки, лічилки і багато чого іншого, цікавого для дітей та їхніх батьків.

Ще один авторський дитячий сайт "Левко" (http://levko.info) веде Ганна Шевченко. На ньому розміщуються казки, загадки, вірші, комікси, розмальовки, ігри, вправи на розвиток у підростаючого покоління уваги, пам'яті, задачі на логіку тощо.

На авторському сайті Наталії Коваленко "Казкар" (http://kazkar.info) (рис. 1) зібрано значну кількість віршів, мультфільмів, казок (як українських, так і інших народів світу), легенд про нашу країну, рослини і т.п.

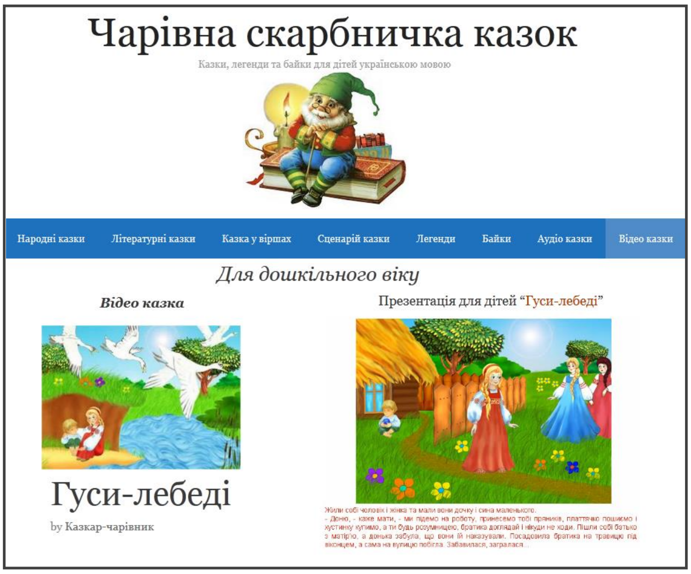


Рис. 2. Сайт http://skarbnu4ka.com

На інших сайтах подібного спрямування (наприклад: http://deti.e-papa.com.ua, http://nashakazka.org.ua, http://maluk.in.ua, http://derevo-kazok.com.ua, http://kazki-svitu.org.ua, http://sonyashnik.com, http://zagadki.org.ua, http://kazka.in, http://soroka-vorona.info, http://www.nosiki.cv.ua, http://talesworld.org.ua) автори також розміщують дитячі та колискові пісні, загадки та вірші для дітей, народні байки, лічилки, скоромовки, розмальовки (зокрема, у флеш-форматі). Казки можуть наводитись у текстовому вигляді, в аудіоформаті, у формі оцифрованих діафільмів чи мультфільмів.

Рис. 3. Сайт журналу "Умійко" (http://umeyka.com/index2.html)

Казки — це чарівний жанр народної творчості, який з раннього дитинства наповнює життя фантазіями та мріями, відважними героями та фантастичними персонажами, захоплюючими пригодами та дивовижними мандрівками. Казки разом з байками, легендами, оповіданнями, народними піснями покликані духовно збагачувати дитину, впливати на її світогляд і загалом на національну культуру.

Зрозуміло, що далеко не всі сюжети народної творчості підходять для дітей дошкільного віку. Добре, коли на сайтах розміщено рубрики, де зазначається на який вік розраховані пропоновані матеріали (рис. 2).

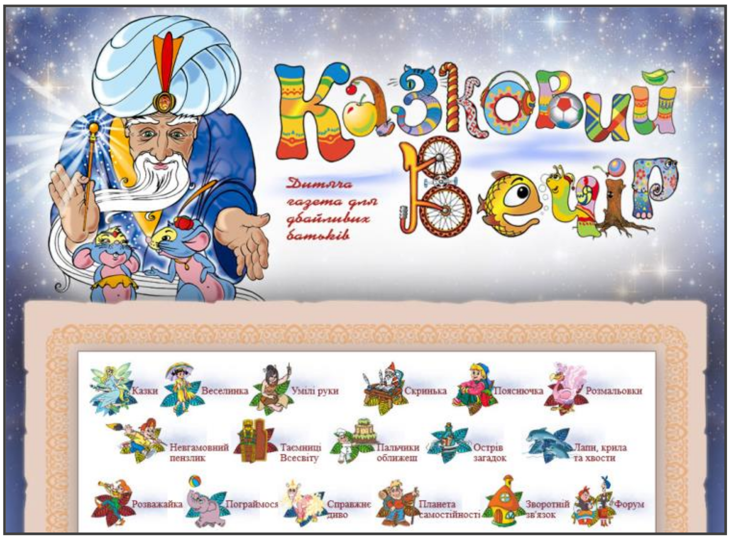


Рис. 4. Сайт газети "Казковий вечір" (http://kazkovy.com.ua)

Сайти з цікавими для дітей казками, розвиваючими іграми, мультфільмами та іншими корисними матеріалами розробляють видавництва деяких дитячих журналів і газет (рис. 3, 4), а також окремі компанії, переслідуючи певні рекламні цілі (дитячий портал "Пустунчик" однойменного героя компанії "Рудь" — http://pustunchik.ua).

До кожного номера дитячого журналу "Пізнайко" додаються CD-диски, на яких містяться спеціально розроблені провідними педагогами України розвиваючі ігри, зокрема для дітей від 2 до 6 років, казки, пісні та розмальовки (рис. 5).

Рис. 5. Приклади скріншотів розвиваючих ігор видавництва "Пізнайко"

Велику кількість україномовних казок і пізнавальних мультфільмів можна знайти на окремих YouTube-каналах. Варто відмітити такі відеоканали, як "Ukranima" (https://www.youtube.com/user/ukranima/playlists) державної анімаційної студії "Укранімафільм", "Olja.TV" (https://www.youtube.com/user/OljaTivi) і "САДОЧОК ТБ" (https://www.youtube.com/channel/UChh2l32CppPIShTYZ0Hwemw).

У відеоблозі https://www.youtube.com/user/MultipediaTV ("Мультипедія тітоньки Сови") можна знайти декілька україномовних відеоканалів з розвиваючими мультфільмами для наймолодших дітей, в яких малюків знайомлять з буквами українського алфавіту, з домашніми улюбленцями та іншими тваринами і пахами, вчать запам'ятовувати слова і читати їх по складах (рис. 6).

Рис. 6. Приклад оформлення Української Мультипедії для дітей

Відеоблоги "З любов'ю до дітей" (https://www.youtube.com/user/SonechkoProject), "Розвиваючі уроки для дітей" (https://www.youtube.com/user/videozjomka) — це проекти, в рамках яких у співпраці з Українською греко-католицькою церквою створюються благодійні українські мультики. На веб-сайті http://clarastudio.tv, що є проектом християнської мультимедійної студії Clara Studio, розміщуються добрі, кумедні, дотепні, пізнавальні історії українською мовою.

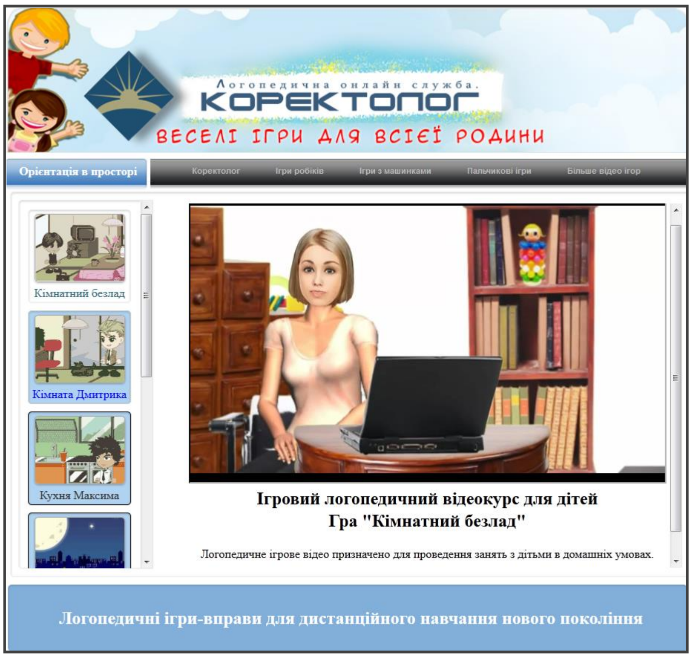


Рис. 7. Сайт онлайн служби "Коректолог"

Благодійний фонд "MagneticOne.org" започаткував проект "Освіта дитини XXI століття" по створенню єдиної бази україномовних повчальних казок, мультфільмів, розвиваючих анімаційних відео, пісень, колискових. Збирання матеріалів проводиться на відеоканалі https://www.youtube.com/channel/UCYEA0vxmjI8FynI4QRqf64g. Також паралельно розпочато розвиток проекту по створенню пластилінових мультфільмів, які, зокрема, розміщуються на YouTube-каналі студії "Primus Animation" https://www.youtube.com/channel/UCGjq8y_nEqXdyikNXq8ARrw.

На підтримку батьків, діти яких мають певні мовленнєві порушення, орієнтована вітчизняна логопедична онлайн служба "Коректолог" [1], на сайті якої розміщено поради, розвиваючі логопедичні ігри та мультики для дітей (рис. 7). Корисні мультимедійні матеріали та відео-вправи, покликані правильно формувати дитяче мовлення, також можна знайти у відеоблозі https://www.youtube.com/user/reverslink.

Кілька років тому в Україні почав функціонувати перший національний дитячий супутниковий телеканал "Малятко TV". Поширюється він через сателіт і міські кабельні мережі. Деякі його матеріали, спрямовані на розвиток у малечі інтелекту і допитливості, розміщуються у відеоблозі http://www.youtube.com/user/malyatkotv.

Список використаних джерел:

1. Логопедична онлайн служба "Коректолог".– Режим доступу: URL: http://korektolog.com. – Назва з екрану.

2. Цимбалюк О.Л. Використання ІКТ у дошкільних навчальних закладах / О.Л. Цимбалюк // Педагогічний пошук. – 2013. – №3 (79). – С. 40.

The article presents the results of the study of modern Ukrainian computer-oriented multimedia materials developed to support training, education and development of children of preschool age.

***Keywords**: website, video channel, cartoon, fairytale, developing game.*

УДК 37.091.33 – 028.22:51

Сморжевський Ю.Л., кандидат педагогічних наук, доцент

ПРО МЕТОДИКУ ВИКОРИСТАННЯ НАОЧНОСТІ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ПРЯМОКУТНИХ ТРИКУТНИКІВ» У КУРСІ ГЕОМЕТРІЇ 8 КЛАСУ

У статті розкрито методику використання наочних посібників при вивченні теми «Розв'язування прямокутних трикутників» у курсі геометрії 8 класу середніх загальноосвітніх навчальних закладів.

***Ключові слова**: наочні посібники, принцип наочності, тригонометричні функції гострого кута, їх властивості, значення тригонометричних функцій деяких кутів, розв'язування прямокутних трикутників.*

Актуальність дослідження. В умовах реформування системи освіти, відтворення і зміцнення інтелектуального потенціалу нації, виходу вітчизняної науки і техніки, економіки і виробництва на освітній рівень, інтеграції в світову систему освіти, переходу до ринкових відносин і конкуренції будь-якої продукції, в тому числі й інтелектуальної, особливо актуальним стає забезпечення належного рівня математичної підготовки підростаючого покоління.

Завдання підвищення ефективності уроків з математики вимагає від учителя вміння володіти методами, засобами і формами навчання, як традиційними, виробленими віковим досвідом вчителів і методистів, так і тими, які виникли і ввійшли в шкільну практику відносно недавно. Уміле володіння арсеналом педагогічного досвіду дасть можливість творчо використовувати існуючі шляхи підвищення ефективності уроків з математики, принципи дидактики, зокрема, принцип наочності.

Аналіз актуальних досліджень та постановка проблеми. Зауважимо, що наочність є важливим компонентом активізації пізнавальної і навчальної діяльності учнів. Ще античні греки зазначали, що наочність сприяє кращому запам'ятовуванню інформації і швидшому її відтворенню. Наочність допомагає сконцентрувати увагу учнів на головному, конкретному, що дає позитивні результати при перевірці знань. Також, говорячи про увагу, можна сказати, що використання наочності на уроках в школі сприяє виробленню в людини звички відшукувати головне в матеріалі, сприяє більш точній концентрації уваги на конкретній інформації [1].

Застосування принципу наочності є однією з необхідних умов успішного навчання учнів. Унаочнення підвищує ефективність уроку, допомагає подолати формалізм у навчанні, пожвавлює навчальний процес, збуджує ініціативу та мислення учнів, привчає їх до аналізу та узагальнення.

Уміле використання різноманітної наочності у процесі навчання сприяє розвитку самостійності, активності, творчої пізнавальної діяльності учнів, що значною мірою забезпечує підготовку їх до самостійної практичної роботи.

В даний час середні загальноосвітні навчальні заклади перейшли на нову програму з математики [2] і нові підручники. На жаль, методика використання наочності на уроках математики застаріла, не відповідає ні діючій програмі, ні діючим підручникам з математики. Тому виникає необхідність у розробці цієї методики [3].

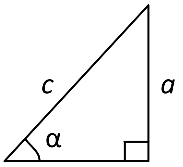
Мета статті. Розкрити методику використання наочних посібників при вивченні теми «Розв'язування прямокутних трикутників» у курсі геометрії 8 класу.

Виклад основного матеріалу. Розкриємо методику використання наочних посібників при вивченні теми «Розв'язування прямокутних трикутників» у курсі геометрії 8 класу.

Вивчення тригонометричних функцій гострого кута прямокутного трикутника, основних тригонометричних тотожностей і значень тригонометричних функцій деяких кутів слід супроводжувати демонстрацією таблицю 1.

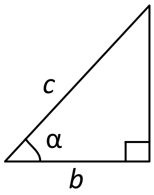
Таблиця 1

ТРИГОНОМЕТРИЧНІ ФУНКЦІЇ ГОСТРОГО КУТА ПРЯМОКУТНОГО ТРИКУТНИКА



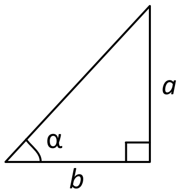
Синусом гострого кута називається відношення протилежного катета до гіпотенузи.

$\sin\alpha = \frac{a}{c}$.



Косинусом гострого кута називається відношення прилеглого катета до гіпотенузи.

$\cos\alpha = \frac{b}{c}$.



Тангенсом гострого кута називається відношення протилежного катета до прилеглого.

$tg\alpha = \frac{a}{b}$.

$\sin\alpha, \cos\alpha, tg\alpha$ називаються тригонометричними функціями.

Тригонометричні тотожності

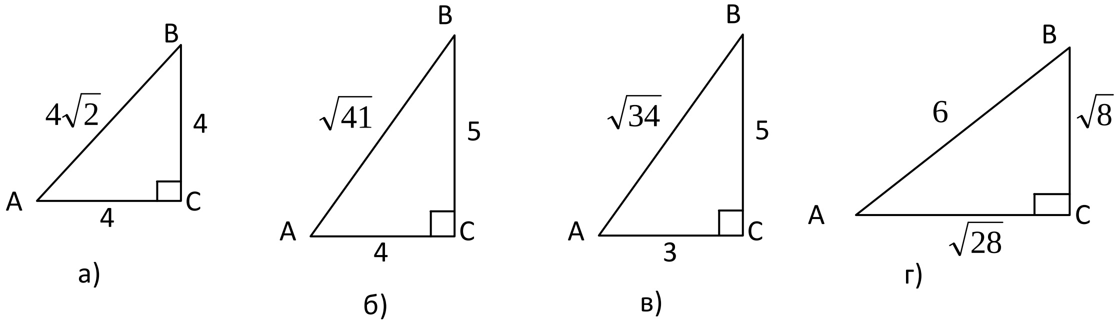
$$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1,\ tg\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha},\ \sin(90° - \alpha) = \cos\alpha,\ \cos(90° - \alpha) = \sin\alpha.$$

Значення тригонометричних функцій деяких кутів

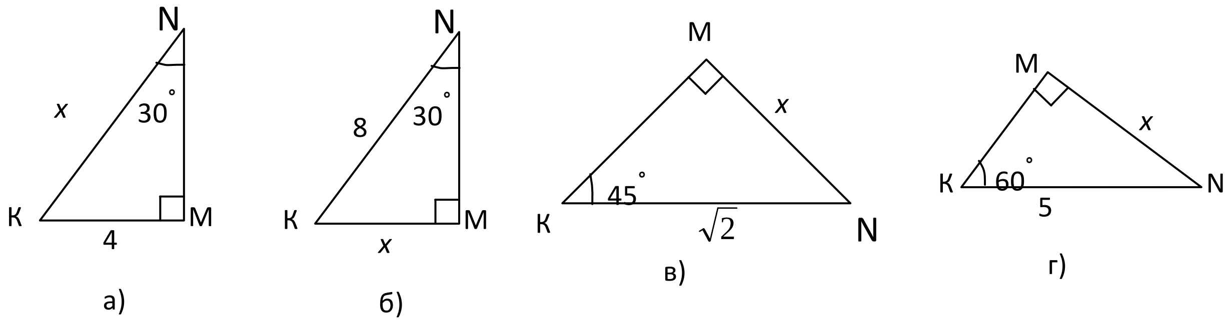
α	0°	30°	45°	60°	90°
sinα	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
cosα	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
tg α	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	–

Закріплення цього матеріалу можна провести, розв’язуючи задачі кодоплівки 1.

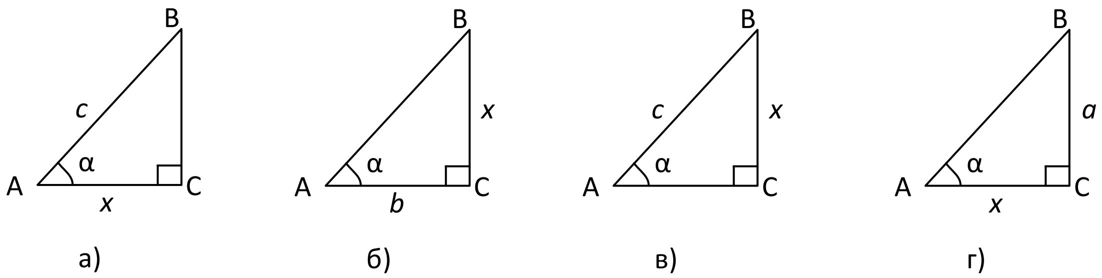
1. Знайдіть синус, косинус, тангенс кута А прямокутного трикутника АВС з прямим кутом С.



2. Знайдіть невідому сторону прямокутного трикутника KMN з прямим кутом М.

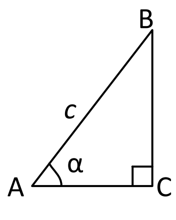


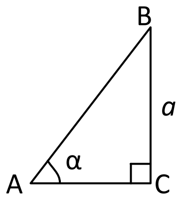
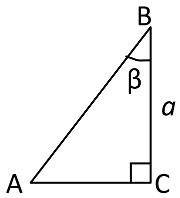
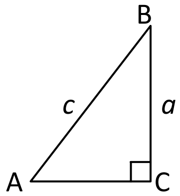
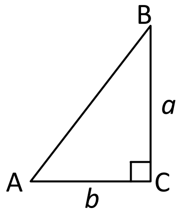
3. Знайдіть невідому сторону прямокутного трикутника АВС з прямим кутом С.



Пояснивши учням розв'язування прямокутних трикутників, варто продемонструвати таблицю 2, в якій помістити основні види задач на розв'язування прямокутних трикутників, умови цих задач і схеми розв'язання. Ця таблиця допоможе засвоїти алгоритми розв'язання прямокутних трикутників.

Таблиця 2

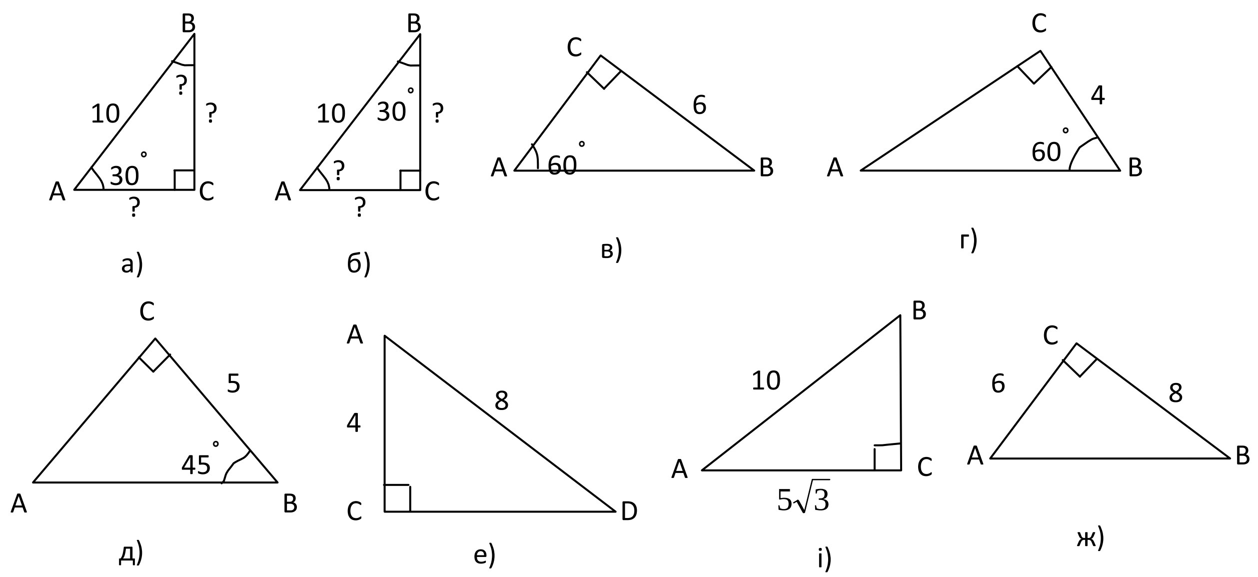
РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ПРЯМОКУТНИХ ТРИКУТНИКІВ		
Вид задачі	**Умова задачі**	**Схема розв'язання**
Відомі гіпотенуза і гострий кут.	 Дано: AB = c, $\angle A=\alpha$, $\angle C=90°$. Знайти: $\angle B$, AC, BC.	1. $\angle B=90°-\alpha$. 2. $AC=c\cdot\cos\alpha$. 3. $BC=c\cdot\sin\alpha$.

Відомі катет і протилежний гострий кут.	 Дано: BC = a, $\angle A = \alpha$, $\angle C = 90°$. Знайти: $\angle B$, AB, AC.	1. $\angle B = 90° - \alpha$. 2. $AB = \dfrac{a}{\sin\alpha}$. 3. $AC = AB \cdot \cos\alpha$.
Відомі катет і прилеглий гострий кут.	 Дано: BC = a, $\angle B = \beta$, $\angle C = 90°$. Знайти: $\angle A$, AB, AC.	1. $\angle A = 90° - \beta$. 2. $AB = \dfrac{a}{\cos\beta}$. 3. $AC = AB \cdot \sin\beta$.
Відомі гіпотенуза і катет.	 Дано: AB = c, BC = a, $\angle C = 90°$. Знайти: $\angle A$, $\angle B$, AC.	1. $AC = \sqrt{c^2 - a^2}$. 2. $\sin A = \dfrac{a}{c}$. 3. $\angle B = 90° - \angle A$.
Відомі два катети.	 Дано: BC = a, AC = b, $\angle C = 90°$. Знайти: $\angle A$, $\angle B$, AB.	1. $AB = \sqrt{a^2 + b^2}$. 2. $\sin A = \dfrac{a}{AB}$. 3. $\angle B = 90° - \angle A$.

Закріплення цих алгоритмів учитель проводить, розв'язуючи задачі з кодоплівки 2.

Кодоплівка 2

Розв'яжіть прямокутний трикутник за даними на малюнку.



Для повторення і систематизації матеріалу розділу «Розв'язування прямокутних трикутників» корисно провести фронтальне опитування учнів за допомогою питань, записаних на кодоплівці 3.

Кодоплівка 3

1. Дайте означення синуса, косинуса і тангенса гострого кута прямокутного трикутника.
2. Як змінюється синус кута, якщо кут збільшується від 0° до 90°?
3. Як змінюється косинус кута, якщо кут збільшується від 0° до 90°?
4. Назвіть основні тригонометричні тотожності.
5. Назвіть значення тригонометричних функцій кутів 30°; 45°; 60°.
6. Що означає розв'язати трикутник?
7. Як знайти катети за гіпотенузою і гострим кутом?
8. Як знайти гіпотенузу за катетами?
9. Як знайти гіпотенузу за катетом і гострим кутом?
10. Як знайти кути за гіпотенузою і катетом?

Висновки. Результати експериментального дослідження переконують у тому, що запропонована вище методика використання наочності при вивченні теми «Розв'язування прямокутних трикутників» у курсі геометрії 8 класу підвищує інтерес учнів до математики, розвиває їх математичне мислення, а вчителям допомагає покращити якість проведених уроків.

Список використаних джерел:

1. Оборудование кабинета математики: Пособие для учителей / В.Г.Болтянский, М.Б.Волович, Э.Ю.Красс, Г.Г.Левитас. – 2-е изд., исп. и доп. – М.: Просвещение, 1981. – 191 с.

2. Математика. 5 – 12 класи. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. – К.: Ірпінь, Перун, 2005. – 65 с.

3. Сморжевський Л.О. Методика використання наочності на уроках алгебри і геометрії в основній школі / Л.О.Сморжевський, Ю.Л.Сморжевський. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010. – 184 с.

In the article the method of the use of visual aids is exposed at the study of theme of «Untiing of rectangular triangles» in the course of geometry of a 8 class of middle general educational establishments.

***Keywords**: visual aids, principle of evidentness, trigonometric functions of acute angle, their property, value of trigonometric functions of some corners, untiing of rectangular triangles.*

УДК 517.5

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

НАБЛИЖЕННЯ СУМ ЗГОРТОК З ЯДРАМИ ПУАССОНА СУМАМИ ВАЛЛЕ-ПУССЕНА В РІВНОМІРНІЙ МЕТРИЦІ

Одержана асимптотична поведінка величини, що характеризує сумісне наближення деяких класів аналітичних функцій сумами Валле-Пуссена.

***Ключові слова**: ядро Пуассона, сумісне наближення, суми Валле-Пуссена.*

Вступ. У цій статті аналогічно до [1] розглядається задача сумісного наближення згорток з ядрами Пуассона елементів одиничної кулі простору сумовних суттєво обмежених 2π-періодичних функцій для сум Валле-Пуссена в рівномірній метриці.

Постановка задачі. Нехай $0 < q_i < 1, \beta_i \in R, i = \overline{1,m}$. Функції вигляду $\mathcal{P}_q^{\beta}(t) = \sum_{k=1}^{\infty} q^k \cos(kt + \beta\pi/2)$, де $0 < q < 1, \beta \in R$, називаються ядрами Пуассона. Позначимо $\mathcal{P}_i(t) = \mathcal{P}_{q_i}^{\beta_i}(t)$. Нехай
$S_M^0 = \left\{\varphi \middle| \|\varphi\|_\infty = esssup_t|\varphi(t)| \le 1, \int_{-\pi}^{\pi} \varphi(t)dt = 0\right\}$ — одинична куля в просторі сумовних 2π-періодичних функцій. Сумами Валле-Пуссена порядку n, p називають тригонометричні многочлени вигляду

$$V_{n,p}(f;x) = \frac{1}{p}\sum_{k=n-p}^{n-1} S_k(f;x), \qquad (1)$$

де $S_k(f;x)$ — частинна сума порядку k ряду Фур'є функції $f(x)$. Позначимо через $\sum_{n,p}(\varphi;x) = \sum_{i=1}^{m}\left(f_i(x) - V_{n,p}(f_i;x)\right)$, причому $f_i = \varphi * \mathcal{P}_i$, а $\varphi \in S_M^0$. Величину

$$\mathcal{E}_{n,p}(S_M^0)_{\mathrm{C}} = sup_{\varphi \in S_M^0}\left\|\sum\nolimits_{n,p}(\varphi;x)\right\|_C \qquad (2)$$

приймемо за величину сумісного наближення класів $P_{q_i}^{\beta_i} = \{f | f = \varphi * \mathcal{P}_i, \varphi \in S_M^0\}$ сумами Валле-Пуссена в рівномірній метриці. В даній статті дослідимо асимптотичну поведінку величини (2) при $n \to \infty$, $1 \le p \le n-1$, а саме: виділимо головний член та вкажемо порядок залишкового члена.

Основним результатом даної роботи є таке твердження.

Теорема 1. Якщо $0 < q_i < 1$, $\beta_i \in R$, $i = \overline{1,m}$, $q = \max_i q_i$, то при $n \to \infty$, $1 \le p \le n-1$ справедлива асимптотична рівність

$$\mathcal{E}_{n,p}(S_M^0)_{\mathrm{C}} = \sqrt{A^2 + B^2}\,\frac{4q^{n-p+1}}{\pi p(1-q)^2} + \mathrm{O}(1)\left[\frac{q^n}{p(1-q^2)} + \frac{q^{n-p+1}}{p(n-p)(1-q)^3}\right], (3)$$

де $A = \sum_{i:q_i=q}\cos\frac{\beta_i\pi}{2}$, $B = \sum_{i:q_i=q}\sin\frac{\beta_i\pi}{2}$, $\mathrm{O}(1)$ — величина, рівномірно обмежена по n, β_i.
При $m = 1$ рівність (3) була одержана Рукасовим В. І. та Новіковим О. А. ([2]).

Допоміжні твердження. Для функції $\varphi \in S_M^0$ її згортка $f_i = \varphi * \mathcal{P}_i \in P_{q_i}^{\beta_i}$ і тому подається у вигляді (див. напр., [1])

$$f_i(x) = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \varphi(x+t)\sum_{j=1}^{\infty} q_i^j \cos\left(jt + \frac{\beta_i\pi}{2}\right)dt.$$

Тоді для виразу $\sum_{n,p}(\varphi;x)$ в силу (1) справедливе подання:

$$\sum\nolimits_{n,p}(\varphi;x) = \frac{1}{\pi p}\int_{-\pi}^{\pi} \varphi(x+t)\sum_{i=1}^{m}\sum_{k=n-p}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{\infty} q_i^j \cos\left(jt + \frac{\beta_i\pi}{2}\right)dt. \qquad (4)$$

При подальшому дослідженні асимптотичної поведінки величини (2) розглянемо два випадки: якщо всі числа q_i однакові, та якщо серед цих чисел є різні.

Нехай $q_i = q, i = \overline{1,m}$, тоді із (4) одержимо

$$\sum\nolimits_{n,p}(\varphi;x) = \frac{1}{\pi p}\int_{-\pi}^{\pi}\varphi(x+t)\sum_{i=1}^{m}\sum_{k=n-p}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{\infty} q^j\cos\left(jt+\frac{\beta_i\pi}{2}\right)dt =$$

$$= \frac{1}{\pi p}\int_{-\pi}^{\pi}\varphi(x+t)\sum_{k=n-p}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{\infty} q^j\sum_{i=1}^{m}\cos\left(jt+\frac{\beta_i\pi}{2}\right)dt =$$

$$= \frac{1}{\pi p}\int_{-\pi}^{\pi}\varphi(x+t)\sum_{k=n-p}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{\infty} q^j\left(\sum_{i=1}^{m}\cos\frac{\beta_i\pi}{2}\cos jt-\sum_{i=1}^{m}\sin\frac{\beta_i\pi}{2}\sin jt\right)dt. \qquad (5)$$

Позначимо $\sum_{i=1}^{m}\cos\frac{\beta_i\pi}{2} = A, \sum_{i=1}^{m}\sin\frac{\beta_i\pi}{2} = B$, тоді існує $\beta \in [-2;2]$, таке, що $\forall j \in N$ справедлива рівність

$$\sum_{i=1}^{m}\cos\frac{\beta_i\pi}{2}\cos jt-\sum_{i=1}^{m}\sin\frac{\beta_i\pi}{2}\sin jt = \sqrt{A^2+B^2}\cos\left(jt+\frac{\beta\pi}{2}\right). \qquad (6)$$

Об'єднаємо (5) та (6) і при однакових q_i одержимо

$$\sum\nolimits_{n,p}(\varphi;x) = \frac{\sqrt{A^2+B^2}}{\pi p}\int_{-\pi}^{\pi}\varphi(x+t)\sum_{k=n-p}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{\infty} q^j\cos\left(jt+\frac{\beta\pi}{2}\right)dt. \qquad (7)$$

Нехай тепер серед чисел q_i є різні, а $q = \max_i q_i$. Очевидно, що $\lim_{n\to\infty} q^n n^\alpha = 0$ при $|q| < 1, \alpha > 0$, звідки випливає оцінка $q^n = o\left(\frac{1}{n^\alpha}\right)$. Якщо $q_i < q$, то $\left(\frac{q_i}{q}\right)^n = o\left(\frac{1}{n^\alpha}\right)$, або $\left(\frac{q_i}{q}\right)^j = o\left(\frac{1}{j^\alpha}\right)$, зокрема і при $\alpha = 2$.

Тому

$$\left|\sum_{k=n-p}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{\infty} q_i^j\cos\left(jt+\frac{\beta_i\,\pi}{2}\right)\right| \le \sum_{k=n-p}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{\infty} q_i^j = \sum_{k=n-p}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{\infty} q^j\left(\frac{q_i}{q}\right)^j \le$$

$$\le o\left(\sum_{k=n-p}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{\infty} q^j\frac{1}{j^2}\right) = o\left(\sum_{k=n-p}^{n-1}\frac{1}{(k+1)^2}\frac{q^{k+1}}{1-q}\right) = o\left(\frac{1}{(n-p)^2}\frac{q^{n-p+1}}{(1-q)^2}\right). \qquad (8)$$

А, отже, рівномірно по $\varphi \in S_M^0$, $x \in R$, $\beta_i \in R$ при $n \to \infty$

$$\frac{1}{\pi p}\int_{-\pi}^{\pi}\varphi(x+t)\sum_{k=n-p}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{\infty} q_i^j\cos\left(kj+\frac{\beta_i\,\pi}{2}\right)dt = o\left(\frac{q^{n-p+1}}{p(n-p)^2(1-q)^2}\right). \qquad (9)$$

Якщо ж $q_i = q$, тоді розглянемо всі номери із такою умовою, і для них застосуємо той алгоритм, який був використаний при одержанні рівності (7).

Тому з урахуванням (9) одержимо, що $\forall\varphi \in S_M^0$

$$\sum\nolimits_{n,p}(\varphi;x)=\frac{\sqrt{A^2+B^2}}{\pi p}\int\limits_{-\pi}^{\pi}\varphi(x+t)\sum_{k=n-p}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{\infty}q^j\cos\left(jt+\frac{\beta\pi}{2}\right)dt+$$
$$+\mathcal{o}\left(\frac{q^{n-p+1}}{p(n-p)^2(1-q)^2}\right). \qquad (10)$$

Об'єднаємо (7) та (9) і будемо мати таке твердження.

Теорема 2. Нехай $0<q_i<1,\ \beta_i\in R,\ i=\overline{1,m},\ q=\max_i q_i,\ 1\le p\le n-1$. Тоді для $\forall\varphi\in S_M^0$ при $n\to\infty$ справедлива асимптотична рівність

$$\sum\nolimits_{n,p}(\varphi;x)=\frac{\sqrt{A^2+B^2}}{\pi p}\int\limits_{-\pi}^{\pi}\varphi(x+t)\sum_{k=n-p}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{\infty}q^j\cos\left(jt+\frac{\beta\pi}{2}\right)dt+$$
$$+\mathcal{o}\left(\frac{q^{n-p+1}}{p(n-p)^2(1-q)^2}\right), \qquad (11)$$

де $A=\sum\limits_{i:q_i=q}\cos\frac{\beta_i\pi}{2}, \qquad B=\sum\limits_{i:q_i=q}\sin\frac{\beta_i\pi}{2}, \qquad tg\frac{\beta\pi}{2}=\frac{B}{A}.$

Доведення теореми 1. Нехай $P_q^\beta=\left\{f|f=\varphi*\mathcal{P}_\beta^q,\ \varphi\in S_M^0\right\}$, тоді $\forall\varphi\in S_M^0$ існує функція $f^*(x)\in P_q^\beta$ така, що

$$f^*(x)-V_{n,p}(f^*;x)=\frac{1}{p\pi}\int\limits_{-\pi}^{\pi}\varphi(x+t)\sum_{k=n-p}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{\infty}q^j\cos\left(jt+\frac{\beta\pi}{2}\right)dt.$$

Тоді із (11) випливає, що при $n\to\infty$

$$\mathcal{E}_{n,p}(S_M^0)_C=\sqrt{A^2+B^2}sup_{f\in P_q^\beta}\left\|f(x)-V_{n,p}(f\,;x)\right\|_C+\mathcal{o}\left(\frac{q^{n-p+1}}{p(n-p)^2(1-q)^2}\right). \quad (12)$$

Як випливає із роботи [2]

$$sup_{f\in P_q^\beta}\left\|f(x)-V_{n,p}(f\,;x)\right\|_C=\frac{4q^{n-p+1}}{\pi p(1-q)^2}+O(1)\left[\frac{q^n}{(1-q^2)p}+\frac{q^{n-p+1}}{(1-q)^3(n-p)p}\right], \quad (13)$$

де $O(1)$ — величина, рівномірно обмежена по n,β,q.

Оскільки $\mathcal{o}\left(\frac{1}{(n-p)^2(1-q)^2}\right)=O(1)\frac{1}{(n-p)(1-q)^3}$, то, об'єднавши співвідношення (12) та (13), переконуємося у справедливості (2).

Теорема 1 доведена.

Суми $V_{n,p}(f\,;x)$ вперше були запропоновані Валле-Пуссеном [3] у вигляді

$$V_{2n-1,n}(f\,;x)=\frac{1}{n}\sum_{k=n}^{2n-1}S_k\,(f\,;x).$$

.

Ним же було доведено, що для будь-якої неперервної 2π-періодичної функції $f(x)$ справедлива нерівність

$$\left|f(x)-V_{2n-1,n}(f\,;x)\right|\le 4E_n(f)_C, \qquad (14)$$

де $E_n(f)_C$ — найкраще наближення $f(x)$ тригонометричними поліномами порядку $\leq n$ в рівномірній метриці.

Знайдемо аналог нерівності (14)для виразу $F(x)$
$$= \sum_{i=1}^{m} f_i(x)\text{, де } f_i(x) \text{ мають}$$
той самий зміст, що і раніше, при умові, що $\varphi(x)$ — неперервна функція. Оскільки

$$\sum\nolimits_{n,p}(\varphi; n) = F(x) - V_{n,p}(F\,; x), \text{та функція} \sum_{i=1}^{m}\sum_{k=n}^{2n-1}\sum_{j=k+1}^{\infty} q_i^j \cos\left(jt + \frac{\beta_i \pi}{2}\right)$$

ортогональна будь-якому тригонометричному многочлену $t_n(t)$ порядку не вище n на періоді, то згідно теореми 2

$$\sum\nolimits_{2n-1,n}(\varphi; x) = \frac{\sqrt{A^2+B^2}}{\pi p}\int_{-\pi}^{\pi}\delta_n(\varphi; x; t)\sum_{k=n}^{2n-1}\sum_{j=k+1}^{\infty} q^j \cos\left(jt + \frac{\beta\pi}{2}\right)dt +$$
$$+\sigma\left(\frac{q^n}{n^3(1-q)^2}\right), \text{ де } \delta_n(\varphi; x; t) = \varphi(x+t) - t_n(x+t).$$

Тому $\forall\varphi \in S_M^0 \cap C_{[-\pi;\pi]}$:

$$\left\|\sum\nolimits_{2n-1,n}(\varphi; x)\right\|_C \leq \sqrt{A^2+B^2}\frac{1}{\pi n}E_n(f)_C\int_{-\pi}^{\pi}\left|\sum_{k=n}^{2n-1}\sum_{j=k+1}^{\infty} q^j \cos\left(jt + \frac{\beta\pi}{2}\right)\right|dt +$$
$$+\sigma\left(\frac{q^n}{n^3(1-q)^2}\right). \quad (15)$$

Далі використовуємо доведення асимптотичної рівності (13) і приходимо до справедливості такого твердження.

Теорема 3. Якщо $0 < q_i < 1$, $\beta_i \in R$, $i = \overline{1,m}$, то для $\forall\varphi \in C_{[-\pi;\pi]}$ при $n \to \infty$

$$\left\|\sum\nolimits_{2n-1,n}(\varphi; x)\right\|_C \leq \sqrt{A^2+B^2}\left(\frac{4q^n}{\pi n(1-q)^2} + O(1)\frac{q^n}{n^2}\right)E_n(\varphi)_C,$$

де вирази A, B, q, $O(1)$ мають той самий зміст, що і в теоремі 1.

Зауваження 1. Якщо в теоремі 1 при $n \to \infty$ і $n - p \to \infty$, то рівність (3) забезпечує розв'язок задачі Колмогорова-Нікольського для випадку сумісного наближення.

Зауваження 2. Твердження теореми 1 можна поширити на множину S_1^0 — одиничну кулю в просторі сумовних 2π-періодичних функцій та випадок інтегральної метрики.

Список використаних джерел:

1. Сорич В. А. Наближення сум згорток з ядрами Пуассона сумами Фур'є в рівномірній метриці / В.А. Сорич, Н. М. Сорич // Математичне та комп'ютерне моделювання: зб. наук. праць. Серія: Фізико-математичні науки / Кам'янець-Подільський нац. ун-т, Ін-т кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський нац. ун-т, 2013. – Вип. 9. – С. 100 – 104.

2. Новиков В. А. Приближение аналитических функций суммами Валле-Пуссена / В.И. Рукасов, О.А. Новиков // Ряди Фур'є: теорія і застосування. – Київ, 1998. – С. 228 – 241. – (Праці Ін-ту математики НАН України; Т. 20).

3. Валле-Пуссен Ш. (Vallee-Poussin Ch.-J. de la) Sur les polynomes d'approximation et la representation approchu d'un angle // Bull. Acad. Sci. Beg. – 1910. – №2. – P. 804 – 844.

Asymptotic behavior of site characterizing the joint approximation of some classes of analytical functions the sums of Vallee-Poussin is got.

Keywords: *Poisson's kernel, joint approximation, sums of Vallee-Poussin.*

УДК 378.016:53

Трипалюк М.С., навчальний майстер

ПІДВИЩЕННЯ ІНТЕРЕСУ ДО ФІЗИКИ ЗАСОБАМИ МОДЕЛЮВАННЯ

У статті розглянуто методичні особливості моделювання пізнавальної професійної діяльності майбутніх учителів фізики. Проаналізовано види моделей у фізиці, їх значення та методику використання. Моделювання виступає дієвим засобом прогнозування та забезпечення належної результативності при вивченні фізики.

Ключові слова: *компетентності, моделювання, модель, пізнавальна діяльність, методика навчання фізики.*

Створювати нову якість фахової освіти для майбутніх учителів фізики – актуальне питання освітянської галузі. Сьогодення спонукає до переформатування діючих стандартів у рамках формування фахових компетенцій. Навколо питань компетенцій та компентностей виникають активні дискусії, завдяки яким поступово торується шлях до ринку праці [2].

З огляду на такі тенденції, правомірним є прагнення до стрункого методологічного вибудовування фізичної освіти: ідеї елементарності, збереження, симетрії, співвіднесення, додатковості, спостережливості, єдності картини світу, що вкупі з особливостями процесу пізнання та теоретичними побудовами дидактики фізики спонукає до вироблення механізмів моделювання низки педагогічних явищ у методиці навчання фізики. Ці ідеї носять й методологічний характер, а тому ми можемо їх застосовувати й у методиці навчання фізики, зокрема не тільки для природних умов, а для процесу пізнання [4].

Опишемо й охарактеризуємо методичні особливості моделювання пізнавальної професійної діяльності майбутніх учителів фізики з точки зору теорії управління.

Аналіз відповідних джерел щодо питань компетентності, компетенцій [1-3], моделювання, пізнання тощо [4], дає підстави зробити деякі уточнення.

Компетентність – продемонстрована в дії здатність особи виконувати завдання та обов'язки за стандартом, встановленим для певної роботи або певного роду занять, професійної діяльності.

Компетенція – сукупність здатностей, якими повинна володіти особа, для виконання завдань і функцій, визначених об'єктом і предметом її діяльності, соціальним і професійним статусом (прихована особистісна якість, яка виявляється тільки через дію (розумову, моторну).

Метод моделювання полягає в тому, що при вивченні деякого об’єкта використовується інший об’єкт, замінюючи перший (модель). При моделюванні, як і при аналогії, знання про одне явище переносять на інше. Наприклад, у процесі вивчення молекулярної фізики, електродинаміки, оптики, фізики атома і атомного ядра, структури речовини і полів, молекул і атомів, їх рухів, виникає необхідність у створенні модельних уявлень. Як засіб наочності тут часто використовують моделі, а думки і висновки про явища формуються уже за аналогією [2].

Використання цього методу теоретичного пізнання викликане необхідністю розглядати такі властивості реальних об’єктів або процесів, які за технічними або економічними причинами безпосередньо вивчати неможливо або достатньо складно (наприклад, зародження і розвиток життя на Землі, розвиток космогонії нашого Всесвіту, структура ядра і т.д.). Тоді і удаються до висунення наочних або уявних моделей, відтворюючих дані об’єкти у формі, зручній для спостереження і вивчення. Моделі, вживані в науковому пізнанні, можна розділити на два великі класи: матеріальні та ідеальні. До першого класу входять природні об’єкти (у фізиці переважно використовують моделі цього класу); до другого — ідеальні об’єкти, що зафіксовані в певній знаковій формі і функціонують за законами математичної логіки (останні можна назвати також абстрактно—математичними моделями) [4].

Існують ще фізичні моделі — це не точні копії в певному масштабі якогось об’єкта, щось на зразок технічної моделі літака або автомобіля, відтворених у всіх деталях зовнішнього виду оригіналу. У фізиці під моделями розуміють зовсім інше: це природні або ідеальні об’єкти, що відтворюють загальну картину, в якій передані найбільш характерні риси цих процесів або об’єктів. При цьому зовні модель може відрізнятися від її реального прообразу. Разом з тим модель достатньо наочна і проста, її механізм ґрунтується на відомих, раніше вивчених явищах, от чому багато моделей — механічні. Після логічного осмислення висунутої моделі останню піддають експериментальній перевірці, щоб з’ясувати, наскільки вона відповідає реальним властивостям модельованої системи. Модель носить тимчасовий характер, але з часом її часто не відкидають повністю, а удосконалюють, роблячи модель все більш точною і адекватною самому об’єкту. Модель повинна передбачати невідомі ще явища, указувати на нові експерименти, які, у свою чергу, підтверджують і удосконалюють прийняту модель (*таблиця 1*) [4].

Таблиця 1

Моделі курсу фізики

Розділ	Моделі
Механіка	Модель реактивного двигуна Математичний маятник

	Пружинний маятник
Молекулярна фізика	Модель газу, рідини і твердого тіла Модель молекули ідеального газу Модель броунівського руху
Електродинаміка	Модель «лінії напруженості електричного поля» Моделі провідника і діелектрика Модель «електронного газу» Модель «елементарних струмів»
Квантова фізика	Квантово–хвилевий дуалізм світла і мікрочасток Моделі атома Томсона і Резерфорда Краплинна модель ядра

У навчально–пізнавальному процесі з дисципліни «Методика навчання фізики (загальні питання)» ідеалізовані моделі відіграють дієву орієнтувальну функцію щодо діяльності викладача та студентів. На основі цільової програми навчальної дисципліни, галузевих стандартів бакалавріату за фахом 6.010103, міжпредметних та внутріпредметних зв’язків ми апробували окремі моделі (*таблиця 2*).

Так, ідеалізовані моделі дисципліни методики навчання фізики стають орієнтирами у суб’єкт–об’єктних співвіднесеннях: «студент–пізнавальна задача» або «викладач–пізнавальна задача». Управлінські впливи, на кшталт: психологічна установка, залучення до діяльності, навіювання відношень, відповідні фахові навчально–методичні завдання посильного характеру моделюють пізнавальні дії студентів [1].

Таблиця 2

Ідеалізовані моделі дисципліни «Методика навчання фізики (загальні питання)»

Назва моделі / процесу	Зміст і структура ідеалізації моделі
Методика навчання фізики	Зміст: загальна і часткова; Структура: педагогічна наука
Предмет МНФ	Навчально–пізнавальний процес з фізики
Функції МНФ	Освітня, розвиваюча, виховна
Фізична освіта	Структура: глобальна мета освіти $\rightarrow$ освітній стандарт $\rightarrow$ управління
Методи МНФ	Теоретичні і емпіричні
Управління пізнанням	Компетентнісні вимірники якості знань $\rightarrow$ корекція $\rightarrow$ регулювання $\rightarrow$ об’єктивний контроль
Фізичні знання	Зміст: результат збагачення індивіда внаслідок взаємодії з конкретним об’єктом реального оточуючого світу за рахунок виявлення власної інтелектуальної, почуттєвої, духовно–культурної та світоглядної активності; Структура: теоретична, емпірична
	Зміст: особливість відтворення на інтелектуальному,

Якість знання	почуттєвому, світоглядному рівнях змісту засвоєного навчального матеріалу (пізнавальної задачі) з фізики; Структура: заучування, розуміння головного, наслідування, володіння, навичка, уміння, переконання
Фізичні поняття	Зміст: науковий факт, фізичне явище, фізична величина, фізичний закон, фізична модель, фізична теорія
Навчальний фізичний експеримент	Зміст: спостереження, вимірювання, дослід Структура: демонстраційний, лабораторний, домашній;
Світогляд	Наукова картина світу, ціннісні орієнтації особистості
Об'єктивний контроль знань	Зміст: виявлення рівня обізнаності тих, хто навчається фізики Структура: оперативний, поточний, тематичний, підсумковий

На рис. 1 наведено схему зовнішнього і внутрішнього моделювання пізнавальної діяльності студентів.Зокрема, до зовнішнього моделювання пізнання відносимо управлінські впливи психологічної установки (установка

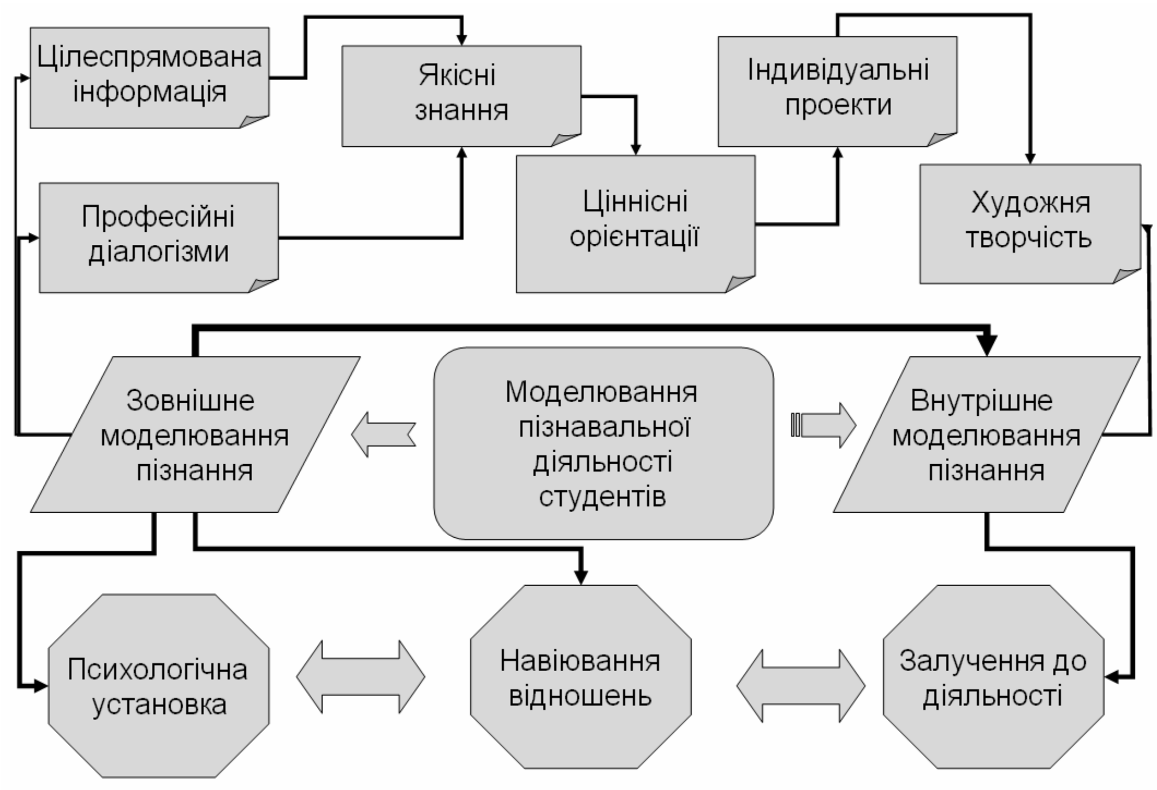


Рис. 1. Моделювання пізнавальної діяльності студентів

– це ступінь розвитку психіки, що передує свідомості, це – готовність, сформована на підсвідомому рівні, до певної активності) та навіювання відношень (подібно до того, як характером сформульованого запитання задається орієнтир на компетентнісну вимогу, так і характером компетентнісної вимоги задається орієнтир на особистісне відношення, що закладається у зміст конкретного навчального завдання). Це переважно відкриті чинники мотивування особистості студента. Тоді як залучення до діяльності суб’єкта дії (спрацювання механізму психологічної установки та реалізація апробованої формули: «теоретик» має більше експериментувати, а «емпірик» має більше теоретизувати) активізує внутрішні мотиви особистості до пізнавальних актів.

Далі процес моделювання пізнавальної діяльності студентів переходить у русло самоактуалізації. Результатом такої діяльності стають збагачення індивіда фаховими знаннями, описаними у галузевих стандартах бакалавріату 6.010103: загальні питання методики навчання фізики; теоретичні і методичні основи навчання фізиці в основній школі; методичні основи організації і проведення навчального фізичного експерименту; розв'язування типових професійних задач, що окреслені за дидактичними цілями діяльності учителя фізики; здійснювати розв'язок будь–якої професійної задачі у співвідношенні його з проектувальною, виконавською чи контрольною процедурами навчально–пізнавальної діяльності [4].

Таким чином, моделювання у дидактиці та методиці навчання фізики виступає дієвим засобом прогнозування та забезпечення належної результативності у компетентнісно–світоглядному становленні майбутнього фахівця.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П. С. Дидактичні основи формування фізико–технологічних компетентностей учнів : монографія / П. С. Атаманчук, О. П. Панчук. – Кам'янець–Подільський : Кам'янець–Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2011. — 252 с.

2. Атаманчук П. С. 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 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, 2011. – Вип. 17: Інноваційні технології управління компетентнісно–світоглядним становленням учителя фізики, технології, астрономії. – 330 с. – С. 10–13.

3. Закон «Про вищу освіту» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.pedpresa.com.ua

4. Семерня О.М. Основи методології дієвого навчання майбутніх учителів фізики: монографія / О.М. Семерня. – Кам’янець–Подільський : Кам’янець–Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2012.– 376 с.

In the article the methodical peculiarities of cognitive modeling professional activity of future physics teachers. Analyzed the types of models in physics, their significance and method of use. Modeling advocates effective means of forecasting and ensure adequate performance at the study of Physics

Key words: *pedagogical science, problems, educational experiment, motivation knowledge, methods of teaching physics.*

УДК 378.14

Чорна О. Г., старший викладач

ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО КОМПЛЕКСУ ІНТЕГРОВАНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ»

У статті розкриваються принципи створення та умови реалізації навчально-методичного комплексу інтегрованої навчальної дисципліни «Безпека життєдіяльності». Розкривається роль лабораторно-практичних занять в експериментальній підготовці студентів з безпеки життєдіяльності.

Ключові слова: *безпека життєдіяльності, практичні заняття, лабораторна робота, навчально-методичний комплекс, професійна підготовка.*

Найважливішою проблемою методичного забезпечення розробленого міждисциплінарного курсу «Безпека життєдіяльності» є проблема відбору змісту навчального матеріалу до складу навчально методичного комплексу відповідно до програм, планів, специфіки професійної підготовки студентів майбутніх вчителів технологій, з пропонованою метою і методикою її подальшого використання.

Зміст навчально-методичного комплексу повинен відповідати наступним вимогам:

1. Сучасним досягненням педагогіки професійної освіти у вищій школі;
2. Інноваційним педагогічним технологіям;
3. Сучасним інформаційним та комп'ютерним технологіям навчання.

У якості принципів, що формують зміст міждисциплінарного навчально-методичного комплексу, виступають наступні:

- *принцип відповідності змісту освіти потребам суспільного розвитку.* При реалізації цього принципу в навчально-методичному комплексі основна увага приділяється переходу від старої знанієвої парадигми освіти до сучасної діяльної парадигми, що відповідає сучасним суспільним потребам;
- *принцип єдності змісту і процесуальної сторін навчання.* Основним способом навчання в навчально-методичному комплексі є інтегроване комплексне використання таких традиційних форм, як лабораторні заняття, практичні заняття і нових форм, таких як мультимедійні лекційні демонстрації, причому в кожному конкретному випадку встановлюється єдність предметного змісту і способів навчання;

До науково-методичних принципів, що знаходять свою реалізацію в навчально-методичних комплексах, можна віднести:

- *науковість.* У навчально-методичному комплексі цей принцип забезпечується, по-перше, відповідністю навчальних знань сучасним науковим знанням, постійним оперативним поповненням навчального матеріалу. По-друге, відповідно до діяльнісної освітньої парадигми і з урахуванням специфіки професійної освіти, основна увага приділяється загальнонауковим навичкам пізнання та використання цих навичок для вирішення конкретних професійних проблем. У навчально-методичних комплексах для цього передбачена система спеціальних вправ.
- *систематичність і послідовність.* Навчально-методичний комплекс повинен містити блок-схеми, графи змістовно-логічних зв'язків, методичні

рекомендації студентам про різні передбачувані взаємозв'язків навчання з урахуванням індивідуальних можливостей студентів, їх підготовки;

• *системність.* У роботах педагогів-науковців зазначається, що принцип системності характеризує наявність в навчанні структурних зв'язків, що відповідають зв'язкам наукового знання і для цього потрібно у зміст освіти включити ще спеціальні методичні знання наступних трьох груп:

1. Знання про структуру знань, знання про методи наукового пізнання. Для реалізації принципу системності у навчально-методичному комплексі передбачений тезаурус з докладним аналізом і поясненням;

2. Зв'язок життя і практики. Багато дослідників відзначають відірваність, формальність засвоєних знань учнів, їх невміння зв'язати ці знання з практичними навичками і навпаки;

• *професійна спрямованість.* Основним способом реалізації цього загальнодидактичного принципу в навчально-методичному комплексі є включення в зміст курсу професійно значущих матеріалів і умінь вчителя технологій.

• *наочність.* Реалізація принципу наочності є, на наш погляд, вельми важливою. Визначається вона використанням в мережевому навчально-методичному комплексі мультимедійних демонстрацій, що дозволяють створювати в ході навчання яскравий і адекватно, особистісно-орієнтований огляд реального явища. При цьому можна ефективно вичленувати істотні компоненти явища, змінюючи різні його характеристики, створивши його цілісний образ. У навчально-методичний комплекс вбудований комплекс з демонстрацій за всіма основними лекціям, що забезпечує даний курс.

• *доступність.* Змістом цього загально- дидактичного принципу являється відповідність обсягу та складності навчального матеріалу можливостям студента. З цим принципом тісно пов'язаний принцип індивідуалізації процесу навчання, обліку психологічних особливостей;

• *мотивація і створення позитивного ставлення до навчання.* Однією з проблем сучасного процесу навчання є відсутність мотивації у досить значного контингенту студентів. Основну роль у виникненні цієї проблеми у вузі відіграє викладач, оскільки багато викладачів не вважають за необхідне приділити увагу мотивації навчання, не вміють підкреслити життєву та особисту значимість дисципліни.

Основними методами, що застосовуються для вирішення завдань у безпеці життєдіяльності, є моделювання, спостереження, експеримент, математична статистика, аналіз, прогнозування. При цьому використовуються досягнення природознавчих наук, професійної медицини (гігієни праці), психології, економіки і дослідження соціальних явищ, результати науково-технічного прогресу. Завдяки такому підходу до вирішення поставлених завдань забезпечується вибір оптимальних форм діяльності людини, організації праці, відпочинку, професійного добору, заснованих на медико-біологічних, технічних, ергономічних, суспільно-правових і наукових основах.

Освітній стандарт з безпеки життєдіяльності передбачає виконання студентами лабораторних робіт для оволодіння експериментальними способами навчально-пізнавальної діяльності. Експериментальна підготовка у вищому навчальному закладі характеризується різноплановістю і є визначальною для розв'язання важливих завдань компетентнісної та світоглядної підготовки майбутнього фахівця [2].

Для різних напрямів підготовки педагогічних спеціалістів, відводиться однакова кількість годин навчального плану – 75 годин. Навчальною програмою нашого вузу передбачені практичні заняття (16 годин) з вивчення шкідливих і небезпечних факторів, їх дії на організм людини, методів захисту, наданню долікарської допомоги. Це пояснюється тим, що для успішного засвоєння матеріалу поряд з теоретичними знаннями необхідне вироблення практичних навиків.

Лабораторно-практичні роботи – один з видів самостійної навчальної роботи студентів, яка проводиться за завданням викладача із застосуванням навчальних приладів, інструментів, матеріалів, установок та інших технічних засобів. Одна з важливих переваг лабораторних занять у порівнянні з іншими видами аудиторної навчальної роботи полягає в інтеграції теоретичних знань з практичними уміннями і навичками студента в єдиному процесі діяльності навчально-дослідницького характеру. Виконання лабораторних робіт вимагає від студента творчої ініціативи, самостійності у прийнятті рішень, глибокого знання і розуміння навчального матеріалу, надає можливості стати "відкривачем істини", позитивно впливає на розвиток пізнавальних інтересів та здібностей [4].

У практиці вищих навчальних закладів сформувалися різні підходи до методики проведення лабораторних занять:

– за місцем лабораторних робіт у структурі навчальної дисципліни: виконання лабораторних робіт чи тематичного лабораторного практикуму після теоретичного курсу (послідовний метод);

– за організаційними особливостями: фронтальні лабораторні роботи (коли всі студенти виконують одне й те ж завдання на одному обладнанні) та групові лабораторні роботи (коли студенти поділені на підгрупи з 2-4 осіб, які виконують різні за тематикою, планом і змістом роботи).

Ми є прибічниками групових лабораторних робіт. Студенти виконують лабораторні роботи за певним графіком. Психологічно важливо створити для студентів такі умови діяльності на практичних заняттях, які б викликали у них бажання працювати творчо. Лабораторне заняття проходить з такою послідовністю:

– проведення поточного контролю підготовленості студентів до виконання конкретної лабораторної роботи;

– виконання завдань лабораторної роботи;

– підготовка індивідуального звіту про виконану роботу;

– захист звіту перед викладачем.

Методика підготовки і проведення лабораторно-практичних робіт охоплює декілька етапів:

1. Попередня підготовка до лабораторної роботи полягає у вивченні студентами теоретичного матеріалу у відведений для самостійної роботи час,

ознайомлення з інструктивними матеріалами з метою усвідомлення завдань лабораторної роботи, техніки безпеки при роботі з електричними приладами, хімічними та вибуховими речовинами тощо.

2. Консультування студентів викладачами і допоміжним персоналом з метою надання вичерпної інформації, необхідної для самостійного виконання запропонованих викладачем завдань, ознайомлення з правилами техніки безпеки при роботі в лабораторії.

3. Попередній контроль рівня підготовки студентів до виконання конкретної роботи (отримання так званого "допуску" до виконання роботи).

4. Самостійне виконання студентами завдань відповідно до окресленої навчальною програмою тематики.

5. Опрацювання, узагальнення отриманих результатів лабораторної роботи і оформлення індивідуального звіту.

6. Контроль і оцінювання викладачем результатів роботи студентів.

Отже, основна мета лабораторних занять – практичне опанування студентами науково-теоретичних положень дисципліни, що вивчається, опанування ними новітньої техніки експериментування у відповідній галузі науки. При такому виді діяльності відбувається встановлення зв'язку теорії з практикою.

Одна з переваг лабораторних занять порівняно з іншими видами аудиторної навчальної роботи полягає в тому, що вони інтегрують теоретико-методологічні знання і практичні вміння і навички студентів у єдиному процесі діяльності навчально-дослідницького характеру. Реалізовуючи функції експериментального підтвердження і роз'яснення теоретичних положень навчального курсу безпеки життєдіяльності, лабораторний практикум тісно пов'язаний з лекційними заняттями, є їх активною творчою ілюстрацією [2].

Нами розроблено лабораторний практикум з безпеки життєдіяльності для студентів педагогічних спеціальностей. Лабораторні роботи постійно удосконалюються і модернізувуються, а іноді й замінюються новими, більш корисними, цікавими і сучасними. Лабораторна робота «Способи захисту населення в умовах надзвичайних ситуацій» була і є досить актуальною для нашого сьогодення [1]. Після вивчення цієї теми студент може класифікувати надзвичайні ситуації; проаналізувати причини та наслідки надзвичайної ситуації; оцінювати рівень небезпеки; визначати принципи та заходи захисту в умовах надзвичайної ситуації. Це повністю відповідає меті вивчення дисципліни, яка «полягає у набутті студентом компетенцій, знань, умінь і навичок для здійснення професійної діяльності за спеціальністю з урахуванням ризику виникнення техногенних аварій й природних небезпек, які можуть спричинити надзвичайні ситуації та привести до несприятливих наслідків на об'єктах господарювання, а також формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку» [3].

Як показує практика, виконання лабораторно-практичних робіт з безпеки життєдіяльності у професійній підготовці студентів покращує загальну освітню компетентність майбутнього вчителя та розвиває його експериментальні способи діяльності, які є необхідними в подальшій практичній діяльності. В рамках компетентнісного підходу відбувається формування компетентної поведінки при виникненні надзвичайних ситуацій. Якщо засвоєно алгоритм дії у надзвичайній ситуації людина емоційно стабільна, не піддається паніці, спостерігається точність рухів, мобільність, адекватна реакція за умов надзвичайної ситуації і здатність застосовувати набуті знання на практиці.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Безпека життєдіяльності та охорона праці (Практичний курс) / П.С. Атаманчук, В.В. Мендерецький, О.П. Панчук, О.Г. Чорна: Навчальний посібник. – Кам’янець-Подільський : ТОВ «Друк-Сервіс», 2012. – 136 с.

2. Мендерецький В. В. Значення навчання з безпеки життєдіяльності в освітній системі України / В. В. Мендерецький, У. І. Недільська. О. Г. Чорна. – Зб. наук. праць КПНУ ім. І. Огієнка. Серія педагогічна. – КПНУ імені Івана Огієнка, 2012. – Вип. 18: Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. – 254 с. – С. 215-217.

3. Типова навчальна програма нормативної дисципліни «безпека життєдіяльності» для вищих навчальних закладів для всіх напрямів підготовки за освітньо-кваліфікаційними рівнями «молодший спеціаліст» та «бакалавр» – міністерство освіти і науки, молоді та спорту України: Київ, 2011. – С. 18.

4. Туркот Т.І. Педагогіка вищої школи / Т.І. Туркот // Навчальний посібник. – Київ: Кондор, 2011. – 628 с.

In the article the principles of and conditions for implementation of educational and methodical complex integrated discipline "Safety". The role of laboratory practical classes preparing students to experiment with life safety.

Keywords: *safety, practical classes, laboratory work, educational and methodical complex, training.*

УДК 519.8

Щирба В.С., кандидат фізико-математичних наук,
доцент, професор кафедри інформатики
Щирба О.В., асистент

КОМП’ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОЛЬОТУ РАКЕТИ НА ПОЧАТКОВІЙ СТАДІЇ ЇЇ РУХУ

Стаття присвячена дослідженню ефективності алгоритмів оптимального керування складними технічними системами. Наведено основні рівняння, з допомогою яких детально описується рух літальних апаратів.

Ключові слова: *літальний апарат, моделювання, рух, траєкторія.*

Сучасні математично-комп’ютерні методи моделювання і оптимізації є ефективним інструментарієм для підвищення надійності та ефективності складних технічних систем, зокрема систем військового оборонного призначення та ракетної техніки. Розробка такого інструментарію для керування складними системами в реальних умовах неповних даних здійснюється із використанням методів побудови і оптимізації адекватних математичних моделей керованих систем та методів побудови і оптимізації раціональних стратегій керування [1].

Українські вчені зробили значний внесок до розв'язання комплексних проблем системного аналізу для моделювання і оптимізації складних систем в реальних умовах неповних даних [2], зокрема для побудови адекватних математичних моделей динаміки літальних апаратів та керування бойовими ракетами [3]. Значних успіхів досягли закордонні вчені у підвищенні тактико-технічних характеристик бойових ракет та у підвищенні ефективності керування ракетами в бойових умовах неповних даних [4].

У напрямку підвищення ефективності алгоритмів оптимального керування складними системами на світовому рівні вже досягнуто великих успіхів у побудові прямих та непрямих методів для обчислення оптимального керування складними системами [5-7].

Такими алгоритмами прискореної збіжності можна скористатися для підвищення точності наведення ракети на ціль, для підвищення точністі наведення на рухомі цілі, на повітряні цілі, а також для оптимізації контр-батарейних маневрів з урахуванням невидимої для РЛС висоти над точкою старту ракети, направлених на зменшення ефективності контрудару.

В будь-який момент часу динаміку руху ракети можна охарактеризувати просторовими координатами місця знаходження центра її мас, які ми позначимо $\begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \end{pmatrix}$, та вектором швидкості польоту $\vec{V}(t)$, який також розкладається за трьома просторовими координатами $\vec{V}(t) = \begin{pmatrix} V_x(t) \\ V_y(t) \\ V_z(t) \end{pmatrix}$.

Розглянемо спочатку модель польоту в, так званій, стартовій системі координат. Місце перебування ракети в деякий момент часу t_0 візьмемо за початок дослідження траєкторії і вважатимемо його стартовою точкою. Це може бути як точка старту ракети так і довільна точка, що визначає початок деякого маневру на одному з етапів польоту. Дана точка служитиме початком координат (див. рис. 1). Вісь OY виберемо вертикально відносно площини горизонту. В площині горизонту вісь OX направимо на умовну ціль. Площину XOY назвемо площиною стрільби. Ортогональну до площини XOY вісь OZ направимо «в нашу» сторону. Взявши за основу цю стартову систему координат, побудуємо закони руху ракети в ній.

Описуючи динаміку руху, зрозуміло, що окрім визначення координат знаходження центра мас потрібно вказувати напрямок та швидкість руху ракети. Нехай в деякий момент часу t_0 вектором швидкості V літального апарату служить вектор $\overrightarrow{\mathrm{OD}}$. Його відхилення від площини стрільби (площина *OBC*) визначатимемо величиною кута ψ. В площині стрільби кут атаки, тобто кут між лінією горизонту *OB* і проекцією *OC* вектора швидкості на площину стрільби, позначимо через θ. Тоді орієнтація вектора швидкості в стартовій системі координат буде задаватися двома кутами: θ і ψ у відповідності до рисунку 1.

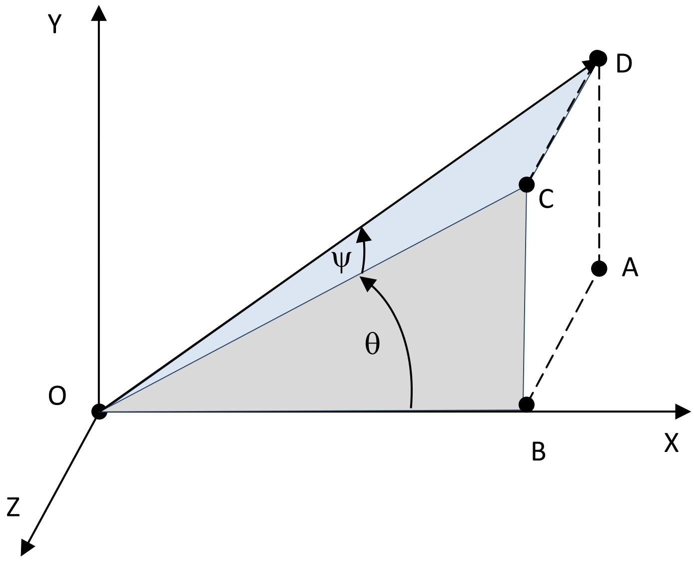


Рисунок 1. Стартова система координат

Нехай вектор миттєвої швидкості V в стартовій системі координат має координати $V = \begin{pmatrix} V_x \\ V_y \\ V_z \end{pmatrix}$. Кожна з цих координат є миттєвою швидкістю руху ракети в тому чи іншому напрямку і, виходячи з фізичної інтерпретації похідної, задає диференціальне рівняння, яке характеризує миттєву швидкість зміни параметрів руху. Таким чином, рух літального апарату, як динамічний процес, буде описуватися системою диференціальних рівнянь. Побудуємо її.

З прямокутного трикутника *ODC* знаходимо, що

$V_z = CD = OD \cdot sin\psi = V \cdot sin\psi$.

Ця величина визначає зміщення ЛА по осі *OZ* (приріст змінної *z*) і, оскільки напрямок вимірювання кута ψ та вектора *z* протилежні, то потрібно поставити знак «мінус». Звідси одержуємо перше рівняння динамічного процесу

$\dot{z} = -V \cdot sin\psi.$ (1)

Співвідношення для визначення приросту просторової змінної *x* літального апарату одержуємо з прямокутного трикутника *ODC*. Маємо

$OB = OC \cdot cos\theta = OD \cdot cos\psi \cdot cos\theta = V \cdot cos\theta \cdot cos\psi.$

Отже, для змінної *x* одержуємо наступне рівняння:

$\dot{x} = V \cdot cos\theta \cdot cos\psi.$ (2)

Аналогічно до цього співвідношення, для визначення приросту просторової змінної *y* одержуємо з прямокутного трикутника *ODC*. Маємо

$BC = OC \cdot sin\theta = OD \cdot cos\psi \cdot sin\theta = V \cdot sin\theta \cdot cos\psi.$

Звідси, для змінної *y* одержуємо рівняння:

$\dot{y} = V \cdot sin\theta \cdot cos\psi.$ (3)

Абсолютне значення швидкості визначатиметься співвідношенням

$V = \sqrt{V_x{}^2 + V_y{}^2 + V_z{}^2}.$

Беручи до уваги, що вектор прискорення $\dot{V}$ дорівнює вектору сумарної сили $F = \left(F_x, F_y, F_z\right)$ поділеної на масу ракети m ($\dot{V} = \frac{F}{m}$), отримуємо систему диференціальних рівнянь, що описує рух центра мас літального апарату у стартовій системі координат:

$$\begin{cases} \dot{x} = V_x, \\ \dot{y} = V_y, \\ \dot{z} = V_z, \\ \dot{V}_x = \frac{F_x}{m},. \\ \dot{V}_y = \frac{F_y}{m}, \\ \dot{V}_z = \frac{F_z}{m}. \end{cases} \qquad (4)$$

Оскільки $V = \sqrt{V_x{}^2 + V_y{}^2 + V_z{}^2}$, то

$$\dot{V} = \left(\sqrt{V_x{}^2 + V_y{}^2 + V_z{}^2}\right)' =$$

$$= \frac{1}{2\sqrt{V_x{}^2 + V_y{}^2 + V_z{}^2}} \cdot \left(2V_x\dot{V}_x + 2V_y\dot{V}_y + 2V_z\dot{V}_z\right) =$$

$$= \frac{1}{V} \cdot \left(\frac{V_xF_x}{m} + \frac{V_yF_y}{m} + \frac{V_zF_z}{m}\right)' =$$

$$= \frac{Vcos\theta cos\psi F_x + Vsin\theta cos\psi F_y - Vsin\psi F_z}{Vm} =$$

$$= \frac{cos\theta cos\psi F_x + sin\theta cos\psi F_y - sin\psi F_z}{m}.$$

Отже,

$$\dot{V} = \frac{F_x cos\theta cos\psi + F_y sin\theta cos\psi - F_z sin\psi}{m}. \qquad (5)$$

З прямокутного трикутника OCB одержуємо:

$$\theta = arctg\frac{CB}{OB} = arctg\frac{V_y}{V_x}.$$

Тоді

$$\dot{\theta} = \left(arctg\frac{V_y}{V_x}\right)' = \frac{1}{1 + \left(\frac{V_y}{V_x}\right)^2} \cdot \left(\frac{V_y}{V_x}\right)' =$$

$$= \frac{V_x{}^2}{V_x{}^2 + V_y{}^2} \cdot \frac{\dot{V}_yV_x - V_y\dot{V}_x}{V_x{}^2} = \frac{\dot{V}_yV_x - V_y\dot{V}_x}{V_x{}^2 + V_y{}^2} =$$

$$=\frac{\frac{F_yV_x}{m}-\frac{F_xV_y}{m}}{(V\cdot cos\theta\cdot cos\psi)^2+(V\cdot sin\theta\cdot cos\psi)^2}=$$
$$=\frac{F_y\cdot V\cdot cos\theta\cdot cos\psi-F_x\ \cdot V\cdot sin\theta\cdot cos\psi}{m\cdot V^2\cdot cos^2\psi\ (cos^2\theta+sin^2\theta)}=$$
$$=\frac{F_y\cdot V\cdot cos\theta\cdot cos\psi-F_x\ \cdot V\cdot sin\theta\cdot cos\psi}{m\cdot V^2\cdot cos^2\psi}=$$
$$=\frac{F_y\cdot cos\theta-F_x\ \cdot sin\theta}{m\cdot V\cdot cos\psi}.$$

Отже,

$$\dot{\theta}=\frac{F_y\cdot cos\theta-F_x\ \cdot sin\theta}{m\cdot V\cdot cos\psi}. \qquad (6)$$

З прямокутного трикутника *OCD* одержуємо:

$$\psi=arctg\frac{CD}{OC}=arctg\frac{V_z}{\sqrt{{V_x}^2+{V_y}^2}}.$$

Тоді

$$\dot{\psi}=\left(arctg\frac{V_z}{\sqrt{{V_x}^2+{V_y}^2}}\right)'=\frac{1}{1+\left(\frac{V_z}{\sqrt{{V_x}^2+{V_y}^2}}\right)^2}\cdot\left(\frac{V_z}{\sqrt{{V_x}^2+{V_y}^2}}\right)'=$$
$$=\frac{{V_x}^2+{V_y}^2}{{V_x}^2+{V_y}^2+{V_z}^2}\cdot\frac{\dot{V}_z\sqrt{{V_x}^2+{V_y}^2}-V_z\frac{1}{2\sqrt{{V_x}^2+{V_y}^2}}(2V_x\dot{V}_x+2V_y\dot{V}_y)}{{V_x}^2+{V_y}^2}=$$
$$=\frac{1}{{V_x}^2+{V_y}^2+{V_z}^2}\cdot\frac{\dot{V}_z({V_x}^2+{V_y}^2)-V_z(V_x\dot{V}_x+V_y\dot{V}_y)}{\sqrt{{V_x}^2+{V_y}^2}}=$$
$$=\frac{1}{V^2}\cdot\frac{\frac{F_z}{m}((V\cdot cos\theta\cdot cos\psi)^2+(V\cdot sin\theta\cdot cos\psi)^2)-V_z(V_x\frac{F_x}{m}+V_y\frac{F_y}{m})}{\sqrt{(V\cdot cos\theta\cdot cos\psi)^2+(V\cdot sin\theta\cdot cos\psi)^2}}=$$
$$=\frac{1}{V^2}\cdot\frac{F_z\cdot V^2\cdot cos^2\psi-V_z(V_xF_x+V_yF_y)}{m\cdot V\cdot cos\psi}=$$
$$=\frac{1}{V^2}\cdot\frac{F_z\cdot V^2\cdot cos^2\psi+V\cdot sin\psi\cdot(V\cdot cos\theta\cdot cos\psi\cdot F_x+V\cdot sin\theta\cdot cos\psi\cdot F_y)}{m\cdot V\cdot cos\psi}=$$
$$=\frac{1}{V^2}\cdot\frac{F_z\cdot V^2\cdot cos^2\psi+V^2\cdot cos\psi\cdot(cos\theta\cdot sin\psi\cdot F_x+sin\theta\cdot sin\psi\cdot F_y)}{m\cdot V\cdot cos\psi}=$$
$$=\frac{F_z\cdot cos\psi+cos\theta\cdot sin\psi\cdot F_x+sin\theta\cdot sin\psi\cdot F_y}{m\cdot V}=$$

$$= \frac{F_x \cdot sin\psi \cdot cos\theta + F_y \cdot sin\psi \cdot sin\theta + F_z \cdot cos\psi}{m \cdot V}.$$

Отже,

$$\dot{\psi} = \frac{F_x \cdot sin\psi \cdot cos\theta + F_y \cdot sin\psi \cdot sin\theta + F_z \cdot cos\psi}{m \cdot V}. \quad (7)$$

Формули (1) – (7) дозволяють провести обчислення траєкторії ракети в довільному часовому діапазоні, починаючи з деякої умовної стартової точки. Проте не виключено, що присутній у формулі (6) знаменник V$\cos\psi$ може наближатися до нуля, що дестабілізує процес обчислення. Це буде тоді, коли політ ракети набуватиме горизонтальної траєкторії. Такий випадок змушує розглянути іншу, так звану, швидкісну (інерціальну) систему координат (див. рисунок 2) з деякими одиничними ортами 1_x, 1_y, 1_z.

За напрям осі абсцис в цій системі візьмемо напрям вектора швидкості V. Тоді одиничний вектор 1_x осі абсцис визначатиметься із співвідношення:

$$\overrightarrow{1_x} = \frac{\overrightarrow{OD}}{\left|\overrightarrow{OD}\right|}.$$

Обчислимо його координати в стартовій системі координат. З прямокутного трикутника ODC знаходимо проекцію вектора 1_x на вісь OZ:

$$pr_z\overrightarrow{1_x} = pr_z\frac{\overrightarrow{OD}}{\left|\overrightarrow{OD}\right|} = \frac{\overrightarrow{CD}}{\left|\overrightarrow{OD}\right|} = \frac{-\left|\overrightarrow{OD}\right| \cdot sin\psi}{\left|\overrightarrow{OD}\right|} = -sin\psi.$$

З прямокутних трикутників ODC та OBC знаходимо проекцію вектора 1_x на вісь OX та OY:

$$pr_x\overrightarrow{1_x} = pr_x\frac{\overrightarrow{OD}}{\left|\overrightarrow{OD}\right|} = \frac{\overrightarrow{OB}}{\left|\overrightarrow{OD}\right|} = \frac{\left|\overrightarrow{OD}\right| \cdot cos\theta \cdot cos\psi}{\left|\overrightarrow{OD}\right|} = cos\theta \cdot cos\psi,$$

$$pr_y\overrightarrow{1_x} = pr_y\frac{\overrightarrow{OD}}{\left|\overrightarrow{OD}\right|} = \frac{\overrightarrow{BC}}{\left|\overrightarrow{OD}\right|} = \frac{\left|\overrightarrow{OD}\right| \cdot sin\theta \cdot cos\psi}{\left|\overrightarrow{OD}\right|} = sin\theta \cdot cos\psi.$$

Отже, координати вектора 1_x в стартовій системи координат мають вигляд:

$$1_x = \begin{pmatrix} cos\theta \cdot cos\psi \\ sin\theta \cdot cos\psi \\ -sin\psi \end{pmatrix}.$$

Побудуємо пряму OF перпендикулярно до прямих OD та OC (площини ODC). Відкладемо на цій прямій одиничний вектор 1_y. Знайдемо його координати в стартовій системі координат.

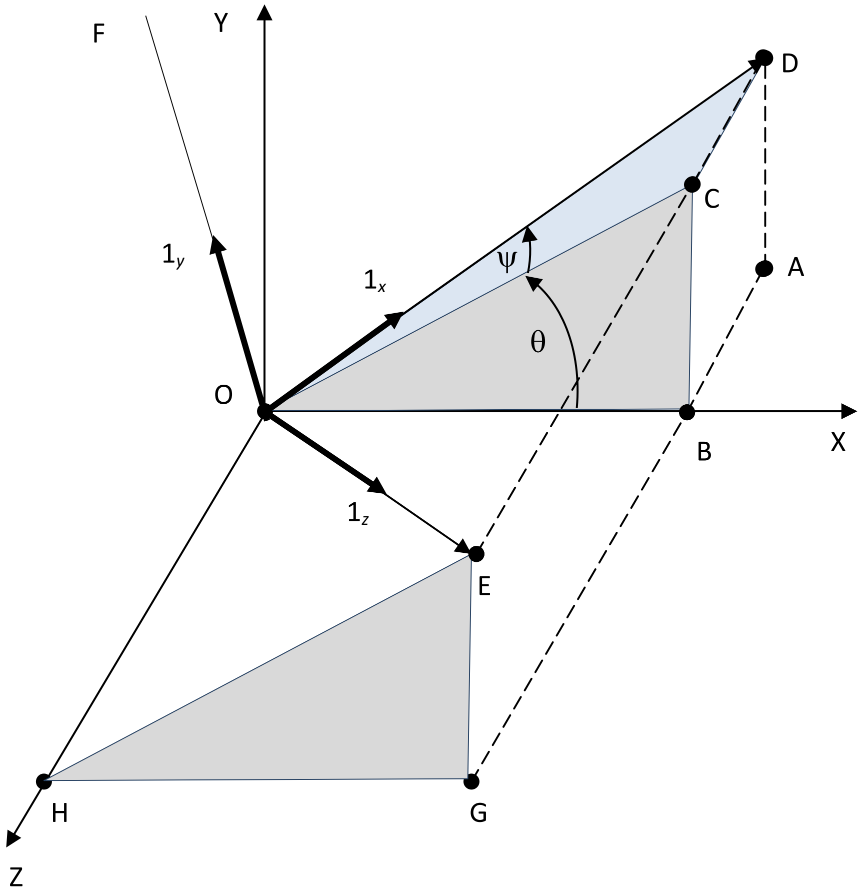


Рисунок 2. Швидкісна система координат

Згідно теореми про три перпендикуляри пряма *OF* перпендикулярна до будь-якої прямої, що лежить в площині *ODEH* і проходить через точку *O*. Отже, вектор 1_y ортогональний до осі *OZ*. Тоді $pr_z\overrightarrow{1_y}$ = 0.

Оскільки вектор 1_y лежить в площині *XOY* (він ортогональний до осі *OZ*) і ортогональний до *OC*, то кут *FOY* рівний куту *COB* (кути з взаємно перпендикулярними сторонами), тобто дорівнює θ. Звідси маємо:

$pr_x\overrightarrow{1_y} = -sin\theta,$

$pr_y\overrightarrow{1_y} = cos\theta.$

Отже, координати вектора 1_y в стартовій системи координат мають вигляд:

$$1_y = \begin{pmatrix} -sin\theta \\ cos\theta \\ 0 \end{pmatrix}.$$

В площині *ODEH*, яка ортогональна до вектора 1_y, побудуємо одиничний вектор 1_z, ортогональний до вектора 1_x. Кути *DOC* і *EOH* рівні, як кути із взаємно перпендикулярними сторонами. Отже, трикутник *EOH* прямокутний і кут *EOH* дорівнює ψ. Тоді проекція вектора 1_z на пряму *OC* проекція буде дорівнювати $sin\psi$. Спроектувавши її (проекцію вектора 1_z на пряму *OC*) на вісь *OX* та *OY* з прямокутного трикутника *OBC* одержимо відповідно:

$pr_x\overrightarrow{1_z} = sin\psi \cdot cos\theta,$

$pr_y \overrightarrow{1_z} = \ sin\psi \cdot sin\theta.$

Отже, координати вектора 1_z в стартовій системи координат мають вигляд:

$$1_z = \begin{pmatrix} cos\theta \cdot sin\psi \\ sin\theta \cdot sin\psi \\ cos\psi \end{pmatrix}.$$

Враховуючи одержані координати векторів швидкісного базису, матриця переходу від стартової системи координат до швидкісної системи координат має вигляд:

$$M_0^V = \begin{pmatrix} cos\theta \cdot cos\psi & -sin\theta & cos\theta \cdot sin\psi \\ sin\theta \cdot cos\psi & cos\theta & sin\theta \cdot sin\psi \\ -sin\psi & 0 & cos\psi \end{pmatrix}.$$

Сила F є рівнодійною силою усіх діючих сил: тяги двигуна, аеродинамічних сил опору повітря та сили земного притягання. Останні дві сили, а отже і динаміка руху ракети в значній міру залежить від висоти польоту ракети над Землею.

Нехай літальний апарат перебуває в точці C (див. рисунок 3). Для визначення у стартовій системі координат його висоти над поверхнею Землі будемо вважати, що вектор OC має координати (x, y, z).

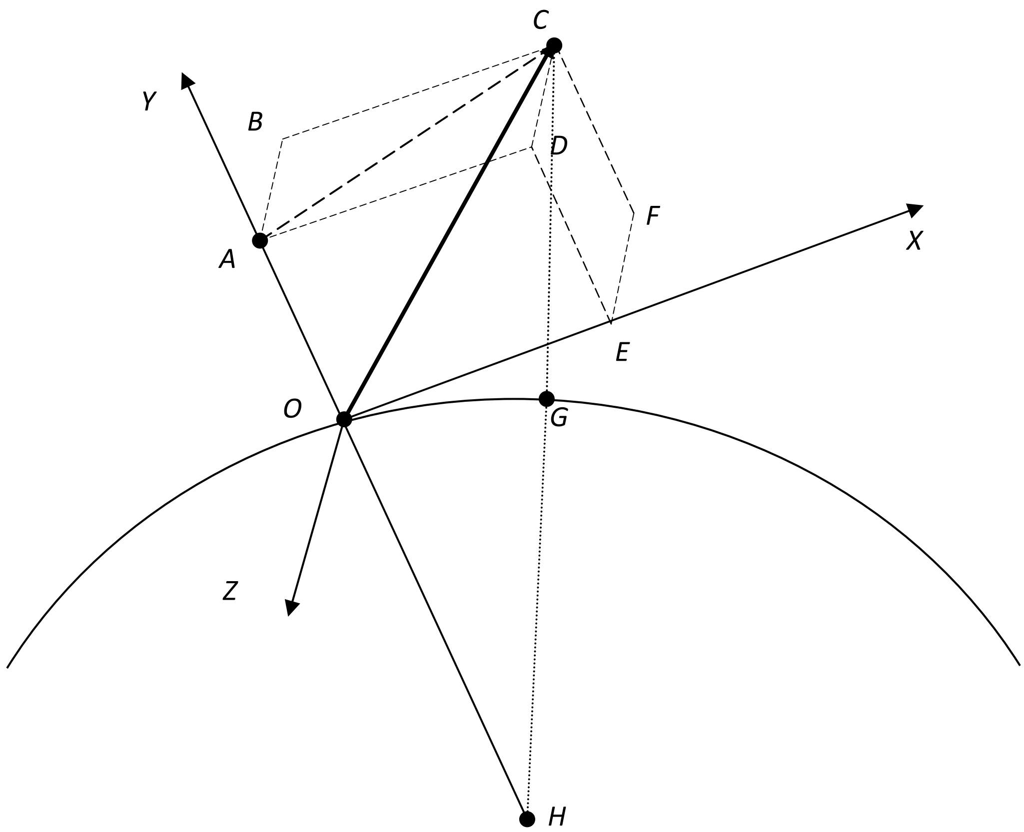


Рисунок 3. Визначення висоти літального апарату та вектора гравітації в стартовій системі координат

Отже, $x = |OD| = |AD|$, $y = |AO|$, $z = -|EF| = -|DC|$. З прямокутного трикутника ACD знаходимо $|AC|^2 = |AD|^2 + |DC|^2 = x^2 + z^2$.

Позначимо радіус Землі через $R_З$ ($R_З$ = 6371210.0 м). Тоді $|AH| = |AO| + |OH| = y + R_З$ і з прямокутного трикутника ACH знаходимо:
$|HC|^2 = |AC|^2 + |AH|^2 = x^2 + z^2 + (y + R_З)^2$.

Позначимо висоту літального апарату над поверхнею Землі через h, тобто $h = |GC|$. Оскільки $h = |HC| – |HG|$, то звідси одержуємо вираз:

$$h = \sqrt{x^2 + (y+R_З)^2 + z^2} - R_З.$$

У відповідності з законом всесвітнього тяжіння значення гравітаційного прискорення g на відстані r від центра планети визначається співвідношенням $g = \dfrac{GM}{r^2}$, де G – гравітаційна стала, а M – маса планети. Тоді значення g гравітаційного прискорення на висоті h над поверхнею Землі і значення g_0 на поверхні Землі визначаються за масою Землі M та радіусом Землі r:

$$g = \frac{GM}{(r+h)^2}, \; g_0 = \frac{GM}{r^2}.$$

Розділивши друге співвідношення на перше, одержимо:

$$\frac{g}{g_0} = \frac{\dfrac{GM}{(r+h)^2}}{\dfrac{GM}{r^2}} = \frac{r^2}{(r+h)^2}.$$

Отже, на висоті h над поверхнею Землі значення гравітаційного прискорення для радіуса Землі $r=R_З$ визначається за формулою:

$$g = \frac{g_0 R_З^2}{(R_З+h)^2}.$$

Тому в стартовій системі координат модель гравітаційного поля для літального апарату, що перебуває в точці C (див. рисунок 3), задається виразом (звертаємо увагу на напрям векторів):

$$\vec{g} = \begin{pmatrix} g_x \\ g_y \\ g_z \end{pmatrix}_0 = \frac{g_0 R_З^2}{(R_З+h)^2} \cdot \frac{\overrightarrow{CH}}{|CH|} = \frac{g_0 R_З^2}{(R_З+h)^3} \cdot \overrightarrow{CH} = -\frac{g_0 R_З^2}{(R_З+h)^3} \cdot \overrightarrow{HC} =$$

$$= -\frac{g_0 R_З^2}{(R_З+h)^3} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y+R_З \\ z \end{pmatrix} = -\frac{g_0 R_З^2}{(x^2 + (y+R_З)^2 + z^2)^{3/2}} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y+R_З \\ z \end{pmatrix}, \qquad (8)$$

де (x, y, z) – координати точки C в стартовій системі координат.

Знайдемо координати цього вектора в швидкісній системі координат. Для цього спочатку побудуємо обернену матрицю до матриці переходу. Визначник матриці переходу дорівнює одиниці:

$$\left|M_0^V\right| = \underline{\cos^2\theta \cdot \cos^2\psi} + \underline{\underline{\sin^2\theta \cdot \sin^2\psi}} + \underline{\cos^2\theta \cdot \sin^2\psi} + \underline{\underline{\sin^2\theta \cdot \cos^2\psi}} =$$

$$= \cos^2\theta \cdot (\cos^2\psi + \sin^2\psi) + \sin^2\theta \cdot (\sin^2\psi + \cos^2\psi) = \cos^2\theta + \sin^2\theta = 1.$$

Обчислимо алгебраїчні доповнення матриці переходу:

$$\mathrm{A}_{11} = \cos\theta\cos\psi,$$
$$\mathrm{A}_{21} = \sin\theta\cos\psi,$$
$$\mathrm{A}_{31} = -\sin^2\theta\sin\psi - \cos^2\theta\sin\psi = -\sin\psi,$$
$$\mathrm{A}_{12} = -\sin\theta\cos^2\psi - \sin\theta\sin^2\psi = -\sin\theta,$$
$$\mathrm{A}_{22} = \cos\theta\cos^2\psi + \cos\theta\sin^2\psi = \cos\theta,$$
$$\mathrm{A}_{32} = -(\cos\theta\cos\psi\sin\theta\sin\psi - \cos\theta\cos\psi\sin\theta\sin\psi) = 0,$$
$$\mathrm{A}_{13} = \cos\theta\sin\psi,$$
$$\mathrm{A}_{23} = \sin\theta\sin\psi,$$
$$\mathrm{A}_{33} = \cos^2\theta\cos\psi + \sin^2\theta\cos\psi = \cos\psi.$$

Тоді обернена матриця до матриці переходу між стартовою системою координат і швидкісною системою координат має вигляд:

$$(M_0^V)^{-1} = \begin{pmatrix} cos\theta \cdot cos\psi & sin\theta \cdot cos\psi & -sin\psi \\ -sin\theta & cos\theta & 0 \\ cos\theta \cdot sin\psi & sin\theta \cdot sin\psi & cos\psi \end{pmatrix}.$$

Тепер, користуючись формулою $g'=(T_{B\to B'})^{-1}g$, де $T_{B\to B'}$ – матриця переходу від базису B до базису B', знайдемо координати вектора g в швидкісній системі координат.

$$\vec{g}' = \begin{pmatrix} \cos\theta\cos\psi & \sin\theta\cos\psi & -\sin\psi \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ \cos\theta\sin\psi & \sin\theta\sin\psi & \cos\psi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} g_x \\ g_y \\ g_z \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} g_x\cos\theta\cos\psi + g_y\sin\theta\cos\psi - g_z\sin\psi \\ -g_x\sin\theta + g_y\cos\theta \\ g_x\cos\theta\sin\psi + g_y\sin\theta\sin\psi + g_z\cos\psi \end{pmatrix}. \qquad (9)$$

Головним фактором, що викликає рух літального апарату, виступає сила тяги двигуна, яку ми позначимо через $P_{\text{ду}}$ (загальноприйняте позначення походить від словосполучення «двигательная установка»). Напрям вектора цієї сили тяги не обов'язково співпадає з напрямом руху літального апарату, тобто з напрямом вектора швидкості руху V (літальний апарат може рухатися «боком»), оскільки вектор швидкості V є результуючим вектором дії цілого ряду сил (тяги двигуна, інерції, опору повітря, земного тяжіння, руху атмосферного повітря тощо). Знайдемо координати вектора сили тяги двигуна в швидкісній системі координат.

Нехай сила тяги двигуна задається вектором $\overrightarrow{OD}$ (див. рисунок 4). В цій системі управління польотом ракети проводиться за допомогою зміни значень двох параметрів: зміни кута повороту закрилків α та зміни значення кута руля повороту β, які задають відхилення від осі, направленої на вибрану ціль.

Отже, в швидкісній системі координат управління польотом визначається вектором

$$u(t)=\begin{pmatrix}\alpha(t)\\ \beta(t)\end{pmatrix}. \qquad (10)$$

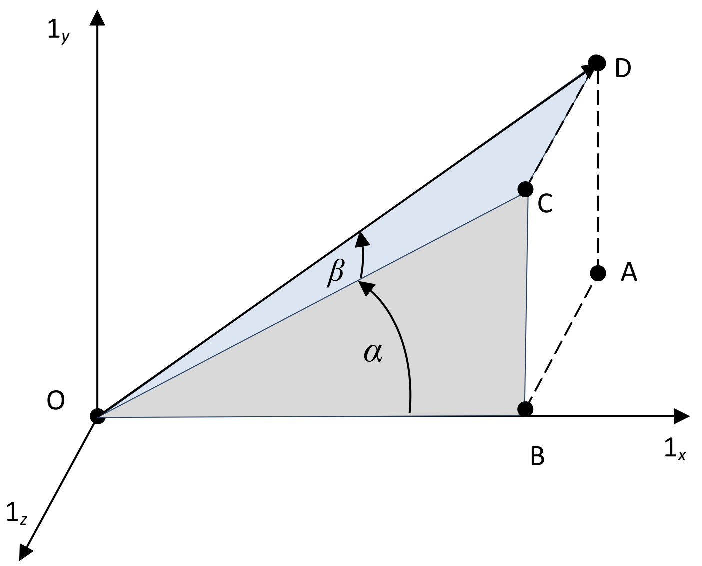


Рисунок 4. Моделювання управління польотом в швидкісній системі координат

Аналогічно до попередніх викладок, за допомогою аналізу прямокутних трикутників *OBC* та *ODC*, можна показати, що в швидкісній системі координат вектор сили тяги двигуна має координати:

$$\overrightarrow{OD}=\begin{pmatrix}F_x\\ F_y\\ F_z\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\cos\alpha\cos\beta P_{ДУ}\\ \sin\alpha\cos\beta P_{ДУ}\\ -\sin\beta P_{ДУ}\end{pmatrix}, \qquad (11)$$

де $P_{ду}$ – абсолютне значення сили тяги двигуна.

Окрім сили тяги та гравітаційної сили на характер польоту впливає аеродинамічна сила, яка залежить від геометричних розмірів ракети, швидкості її руху та фізичних параметрів атмосфери. В швидкісній системі координат аеродинамічна сила визначається вектором

$$\begin{pmatrix}-\mathrm{C_x}\cdot \mathrm{q}\cdot \mathrm{S}\\ \mathrm{C_n^{\alpha}}\cdot \mathrm{q}\cdot \mathrm{S}\cdot \alpha\\ -\mathrm{C_n^{\alpha}}\cdot \mathrm{q}\cdot \mathrm{S}\cdot \beta\end{pmatrix}, \qquad (12)$$

де S = 0.6735 м^2 – площа Міделя, q – динамічний тиск, що визначається співвідношенням q = ρ*V^2/2 кгс/м^2, а значення аеродинамічних коефіцієнтів $\mathrm{C_x}$ та $\mathrm{C_n^{\alpha}}$ визначаються за даними натурних спостережень і задаються таблично. Вони залежать від висоти польоту ракети, сили гравітації та числа Маха M=V/*a*, де $a = 20.04\sqrt{T}$, T – температура атмосфери в Кельвінах.

Враховуючи співвідношення (9), (11) та (12), отримуємо координати вектора сумарних сил f у швидкісній системі координат:

$$f_x=(g_x\cos\theta\cos\psi+g_y\sin\theta\cos\psi-g_z\sin\psi)m+\cos\alpha\cos\beta P_{ДУ}-C_x\cdot q\cdot S;$$

$$f_y=(-g_x\sin\theta+g_y\cos\theta)m+\sin\alpha\cos\beta P_{ДУ}+C_n^{\alpha}\cdot q\cdot S\cdot\alpha;$$

$$f_z = (g_x \cos\theta \sin\psi + g_y \sin\theta \sin\psi + g_z \cos\psi)m - \sin\beta P_{ДУ} - C_n^{\alpha} \cdot q \cdot S \cdot \beta .$$

Оскільки прискорення $\dot{V}$ задається рівнянням $\dot{V} = f/m$, то рух центру мас ракети в швидкісній системі координат визначається системою диференційних рівнянь

$$\begin{cases} \dot{x} = V_x, \\ \dot{y} = V_y, \\ \dot{z} = V_z, \\ \dot{V}_x = g_x \cos\theta \cos\psi + g_y \sin\theta \cos\psi - g_z \sin\psi + \dfrac{\cos\alpha \cos\beta P_{ДУ} - C_x \cdot q \cdot S}{m} \\ \dot{V}_y = -g_x \sin\theta + g_y \cos\theta + \dfrac{\sin\alpha \cos\beta P_{ДУ} + C_n^{\alpha} \cdot q \cdot S \cdot \alpha}{m}, \\ \dot{V}_z = g_x \cos\theta \sin\psi + g_y \sin\theta \sin\psi + g_z \cos\psi + \dfrac{-\sin\beta P_{ДУ} - C_n^{\alpha} \cdot q \cdot S \cdot \beta}{m}, \end{cases} \tag{13}$$

де потрібні значення θ та ψ обчислюються за формулами:

$$\theta = arctg \frac{V_x}{V_y}; \tag{14}$$

$$\psi = arctg \frac{-V_z}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2}}. \tag{15}$$

У співвідношенні (14) знаменник наближається до нуля, якщо траєкторія ракети переходить у горизонтальну площину. При цьому, якщо рух ракети іде в бік від напрямку цілі під кутом близьким до 90^0, то і знаменник співвідношення (15) наближається до нуля.

У стартовій системі координат рух центру мас ракети визначається системою диференціальних рівнянь

$$\begin{cases} \dot{x} = V \cdot cos\theta \cdot cos\psi, \\ \dot{y} = V \cdot sin\theta \cdot cos\psi, \\ \dot{z} = -V \cdot sin\psi, \\ \dot{V} = \dfrac{F_x cos\theta cos\psi + F_y sin\theta cos\psi - F_z sin\psi}{m}, \\ \dot{\theta} = \dfrac{F_y \cdot cos\theta - F_x \cdot sin\theta}{m \cdot V \cdot cos\psi}, \\ \dot{\psi} = \dfrac{F_x \cdot sin\psi \cdot cos\theta + F_y \cdot sin\psi \cdot sin\theta + F_z \cdot cos\psi}{m \cdot V}. \end{cases} \tag{16}$$

Для обчислення координат сили, які присутні у четвертій, п’ятій та шостій формулах зауважимо, що у швидкісній системі координат вектор сили тяги та вектор аеродинамічних сил визначають координати сумарної сили:

$$\begin{cases} f_x = \cos\beta \cdot \cos\alpha \cdot \mathrm{P_{ду}} - \mathrm{C_x} \cdot \mathrm{q} \cdot \mathrm{S}, \\ f_y = \cos\beta \cdot \sin\alpha \cdot \mathrm{P_{ду}} + \mathrm{C_n^{\alpha}} \cdot \mathrm{q} \cdot \mathrm{S} \cdot \alpha, \\ f_z = -\sin\beta \cdot \mathrm{P_{ду}} - \mathrm{C_n^{\alpha}} \cdot \mathrm{q} \cdot \mathrm{S} \cdot \beta. \end{cases}$$

Враховуючи силу земного тяжіння, загальна сила F у стартовій системі координат визначається рівнянням

$$F = 1_x f_x + 1_y f_y + 1_z f_z + gm = \begin{pmatrix} cos\theta \cdot cos\psi \\ sin\theta \cdot cos\psi \\ -sin\psi \end{pmatrix} f_x +$$

$$+ \begin{pmatrix} -sin\theta \\ cos\theta \\ 0 \end{pmatrix} f_y + \begin{pmatrix} cos\theta \cdot sin\psi \\ sin\theta \cdot sin\psi \\ cos\psi \end{pmatrix} f_z + gm = M_0^V f + gm.$$

Отже, при використанні формули (16) потрібно застосовувати співвідношення:

$$F_x = cos\theta \cdot cos\psi \cdot \left(\cos\beta \cdot \cos\alpha \cdot \mathrm{P}_{ду} - \mathrm{C}_x \cdot q \cdot S\right) -$$
$$-sin\theta \cdot \left(\cos\beta \cdot \sin\alpha \cdot \mathrm{P}_{ду} + \mathrm{C}_n^{\alpha} \cdot q \cdot S \cdot \alpha\right) + \tag{17}$$
$$+ cos\theta \cdot sin\psi \cdot (-\sin\beta \cdot \mathrm{P}_{ду} - \mathrm{C}_n^{\alpha} \cdot q \cdot S \cdot \beta) + m \cdot g_x,$$

$$F_y = sin\theta \cdot cos\psi \cdot \left(\cos\beta \cdot \cos\alpha \cdot \mathrm{P}_{ду} - \mathrm{C}_x \cdot q \cdot S\right) +$$
$$+cos\theta \cdot \left(\cos\beta \cdot \sin\alpha \cdot \mathrm{P}_{ду} + \mathrm{C}_n^{\alpha} \cdot q \cdot S \cdot \alpha\right) + \tag{18}$$
$$+ sin\theta \cdot sin\psi \cdot (-\sin\beta \cdot \mathrm{P}_{ду} - \mathrm{C}_n^{\alpha} \cdot q \cdot S \cdot \beta) + m \cdot g_y,$$

$$F_z = -\sin\psi \cdot \left(\cos\beta \cdot \cos\alpha \cdot \mathrm{P}_{ду} - \mathrm{C}_x \cdot q \cdot S\right) -$$
$$+ cos\psi \cdot (-\sin\beta \cdot \mathrm{P}_{ду} - \mathrm{C}_n^{\alpha} \cdot q \cdot S \cdot \beta) + m \cdot g_z, \tag{19}$$

де вектор g визначається співвідношенням:

$$\vec{g} = \begin{pmatrix} g_x \\ g_y \\ g_z \end{pmatrix}_0 = -\frac{g_0 R_З^2}{(x^2 + (y + R_З)^2 + z^2)^{3/2}} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y + R_З \\ z \end{pmatrix}.$$

Список використаних джерел:

1. Бейко І.В. Задачі, методи та алгоритми оптимізації /І.В. Бейко, П.М. Зінько, А.Г. Наконечний. _ К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 2012. – 799 с.

2. Згуровский М. З. Системный анализ: проблемы, методология, приложения / М. З. Згуровский, Н. Д. Панкратова. – К. : Изд-во Наук. думка, 2011. – 728 с.

3. Игдалов И.М. Ракета как объект управления / Игдалов И.М., Кучма Л.Д., Поляков Н.В., Шептун Ю.Д. – Днепропетровск.:АРТ-ПРЕСС.2014. – 542с.

4. Зенитный ракетный комплекс «Patriot». Многофункциональная РЛС AN/MPQ-53. Вестник ПВО. http://pvo.guns/other/usa/patriot/index01.htm

5. Ivan Beyko, Solve-Operator Methods for Optimization of Risk Controlled Stochastic Processes / Ivan Beyko, Petr Zinko //Taurida Journal of Computer Science Theory and Mathematics, No 2, 2013. - P17-24.

6. George M. Siouris Missile Guidance and Control Systems. Springer-Verlag New York, Inc. . — 2014. — 666 p.

7. Decker, R.J., Yakimenko, O.A., and Stout, C., "Guided Artillery Trajectory Simulation Model for Determination of Required Acquisition Proximity of a Moving Target," *Proceedings of the AIAA Guidance*, 2012.

The article investigates the efficiency of algorithms for optimal control of complex technical systems. The basic equation by which describes in detail the movement of aircraft.

Keywords: *aircraft modeling, motion trajectory.*

ВІСНИК

КАМ’ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКОГО

НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

імені Івана Огієнка

Фізико-математичні науки

Випуск 8

Здано в набір 21.12.2015. Підписано до друку 23.12.2015.

Формат 60x84/16. Гарнітура Times. Умов. друк. арк. 7,7

Обл. вид. арк. 7,4. 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.