

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 9

Кам'янець-Подільський

2016

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 № 16 від 29 грудня 2016 р.).

Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки. - Випуск 9. - Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2016. – 154 с.

Рецензенти:

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

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

Редакційна колегія:

Конет І.М., академік АНВШ України, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри математики, проректор з наукової роботи, **відповідальний редактор;**

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

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

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

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

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

Ніколаєв О.М., кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри методики викладання фізики і дисциплін технологічної освітньої галузі, заступник декана фізико-математичного факультету з наукової роботи та інформатизації навчального процесу, **відповідальний секретар.**

©Автори матеріалів, 2016

ЗМІСТ

Атаманчук П.С. Інноватики в формуванні фахових компетентностей майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю	5
Білик Р.М. З практики професійно-предметної підготовки майбутніх вчителів технології	11
Гнатюк В.О., Гудима У.В. Співвідношення двоїстості та критерій існування допустимого розв'язку узагальненої проблеми моментів з моментами із фіксованих числових проміжків	16
Громик А.П., Конет І.М., Пилипюк Т.М. Гіперболічна крайова задача для необмеженого неоднорідного порожнистого циліндра	20
Губанова А.О. Використання аналогії для демонстрації процесу визначення параметрів періодичних структур. дифракція світла як модель спостереження процесу одержання рентгенограм	25
Губанова А.О., Криськов Ц.А., Люба Т.С., Рачковський О.М., Мазяр Д.М.,Ткачук І.В. Дослідження впливу домішок срібла на термоелектричні властивості телуриду свинцю	35
Гудима У.В. Задачі, двоїсті до узагальненої проблеми моментів з моментами із фіксованих числових проміжків	38
Дмитрук С.І. Сучасний навчальний експеримент як спосіб вивчення фізичних явищ	43
Думанська Т.В. Обчислювальна компетентність майбутнього бакалавра економіки	47
Зеленський О. В. Допустимий орієнтований граф, який одержується з m попарно не еквівалентних зведених матриць показників з різною сумою елементів	51
Ковальська І.Б. Наближення цілих функцій в інтегральній метриці ...	54
Кріль С.О. Два способи наближення ψ -функції Чебишова	57
Криськов Ц.А., Люба Т.С., Рачковський О.М., Деркач Т.М., Довганюк М.І., Смірнов О.Е. Статистика землетрусів за 2015 рік	61
Кух А.М. Кух О.М. Інформаційно-освітнє середовище системи методичної підготовки вчителя фізики за компетентностями	64
Мендерецький В. В., Недільська У. І. Перспективи запровадження інформаційно-телекомунікаційних технологій в системі сучасної української освіти	72
Ніколаєв О.М., Рубаняк Л.А. Перевірка теоретичних основ системи формування методичної компетентності майбутніх учителів фізики	78
Панчук О.П. Принципи реалізації неперервної професійної освіти в концепції "Освіта упродовж життя"	83
Петришена В.М., Кух А.М. Використання конструктора електричних схем для ознайомлення учнів з основами електроніки	86
Поведа Т. П. Підготовка майбутнього вчителя до використання тестових технологій у навчанні	91
Пташнік Л.І. Технічна творчість в формуванні загальноосвітніх здібностей учнів у сучасній загальноосвітній школі	96

Семерня О.М. Абстрагування в пізнавальній діяльності майбутніх вчителів фізики як один із методів формування методичної компетентності	100
Смалько О.А. Впровадження сервісів Google у навчальний процес загальноосвітнього закладу	107
Сморжевський Ю.Л. Про методику використання наочних посібників при вивченні множення і ділення натуральних чисел у курсі математики 5 класу	112
Сорич В.А., Сорич Н.М. Сумісне наближення класів аналітичних функцій сумами Фур'є в рівномірній метриці	118
Сорич В.А., Сорич Н.М. Сумісне наближення лінійних комбінацій ядер типу Пуассона сумами Фур'є в метриці L	123
Чорна О. Г. Методика організації тестового контролю на практичних заняттях з інтегрованого курсу безпеки життєдіяльності та охорони праці	131
Щирба В.С., Мястковська М.О., Діденко В.О. Моніторинг навчальних досягнень учнів з фізики	136
Щирба В.С., Щирба О.В. Розробка комп'ютерної моделі дослідження параметрів траєкторії літальних апаратів в умовах захисних маневрів ..	141

Атаманчук П.С., доктор педагогічних наук, професор
**ІННОВАТИКИ В ФОРМУВАННІ ФАХОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ
МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОФІЛЮ**

Матеріал статті стосується процедур постановки та розв'язування проблеми управління процесами формування компетентнісного та світоглядного становлення майбутнього учителя фізико-технологічного профілю. Відомо, що найвищому рівню фахової підготовки педагога відповідає сформованість його власного педагогічного кредо. Вимоги сучасної освітньої парадигми та Закону України «Про вищу освіту», орієнтують дослідників на розробку, створення та обґрунтування наукової концепції (теорії) управління навчанням, методології освітнього прогнозу й сценаріїв інноваційних технологій результативного навчання, що відповідали б світовому рівню підготовки фахівців із збереженням переваг національної системи формування професійних якостей педагога-фізика. Обґрунтовується, що можливість формування прогнозованого авторського педагогічного кредо майбутнього учителя фізико-технологічного профілю виступає закономірним наслідком цілеспрямованого управління навчанням індивіда на основі принципів народної педагогіки.

Ключові слова: фізика, дидактика фізики, освітній прогноз, контроль, управління, навчально-пізнавальна діяльність, компетентність, світогляд, педагогічне кредо, наукова аналітика, світовий науковий простір, народна педагогіка.

Створення передумов для формування освіченої, творчої особистості, компетентного фахівця, здатного до активного життя і самореалізації – важливий орієнтир у реформуванні освітньої галузі в сучасному глобалізованому суспільстві [4]. На цьому наголошується в Законі України «Про вищу освіту» (2014 р.), Національній доктрині розвитку освіти України в аспекті створення ефективних систем навчання, які відповідали б сучасним рівням обізнаності та професійної компетентності молодого покоління, налаштовували б їх на впровадження інноваційних навчальних технологій, здатних забезпечити й задовольнити суспільні та особистісні потреби кожної людини. Престижність наукової діяльності, спрямованої на дієву підготовку майбутніх вчителів фізико-технологічного профілю, не викликає сумнівів, оскільки саме ці фахівці є носіями і популяризаторами ідеології науково-технічного прогресу, тлумачами і коментаторами сучасних уявлень про наукову картину світу, новаторами і трансляторами різних технічних інноватик. Необхідність розроблення теоретико-методичних основ особистісно орієнтованого навчання зумовлена також і тим, що в умовах традиційного навчання спостерігається однобокий раціонально-логічний підхід до аналізу та спрямування навчально-пізнавальної діяльності, в той час як перехід на пошуково-креативні моделі та діяльнісно-особистісні схеми активності індивіда потребує безумовного урахування впливу на результативність його навчально-пізнавальної діяльності здатності до почуттєво-емоційного світосприйняття та відповідних рефлексій.

Сучасні завдання навчання фізики, математики, технічних дисциплін можуть бути ефективно виконані в системі неперервної освіти, стратегія якої зорієнтована на цілісність особистості, інтегративність її структури, а також взаємозв'язок з формувальними чинниками зовнішнього середовища. Це

насамперед, передбачає зміну цілей освітньої системи, перехід до особистісної орієнтації навчання фізики, математики, технічних дисциплін. При цьому особливої актуальності набуває вироблення методології узгодження нормативних вимог щодо компетентісно-світоглядного становлення майбутнього педагога з його особистісно-діяльними характеристиками (тип характеру, індивідуальний робочий темп діяльності, готовність до вчинку, переконання, навички, звички, уміння, рівень домагань тощо).

Нами вперше (аналогі відсутні) впроваджена інноваційна концепція управління процесами формування прогнозованих професійних компетентностей і світогляду (власного педагогічного кредо) майбутнього педагога на принципах бінарності цілеорієнтацій (фізика + методика навчання фізики) та об'єктивного контролю в процедурах навчання суб'єкта.

Новизна дослідження зумовлена також і тим, що нами вперше у вітчизняній і світовій практиці створено і впроваджено цілісний пакет книг з «Теорії і методики навчання фізики» з метою тотальної підтримки усіх видів навчальної, науково-дослідницької та фахової діяльностей студентів-фізиків у продовж усіх років навчання у вищому педагогічному закладі.

Пакет орієнтований на ефективне формування прогнозованих професійних компетентностей та світогляду майбутнього учителя фізико-технологічного профілю (рис. 1).

"Тематичний Комплект книг з теорії та методики навчання фізики (ціннісний інтелектуальний продукт)

Склад Комплекту:

1. *Монографії* – 13;
2. *Підручники (гриф МОН України)* – 2;
3. *Навчальні посібники (гриф МОН України)* – 10;
4. *Наукові збірники* – 20;
5. *Методичні рекомендації* – 10;
6. *Бібліографічний покажчик* – 1.

Всього – 56 одиниць найменувань.

Рис. 1. Жанри інтелектуального продукту

Пропонована концепція формування фахівця [1; 2; 8; 9; 13] принципово відрізнятиметься від традиційних методологічних схем, можливістю гарантованого забезпечення планованого результату. Орієнтація на певний результат задається через компетентісно-світоглядні характеристики особистості: **компетенції**, як вимоги (орієнтири) цільової навчальної програми, предметного освітнього стандарту чи інших державних нормативних документів; **компетентності**, як набуті конкретним індивідом рівні обізнаності і світогляду, які він виявляє через власні свої дії (розумові, моторні чи почуттєві) залежно від реальних обставин життєдіяльності (див.: *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.*), – ((**З**) – заучування (дій, операцій, знань), (**НС**) – наслідування, (**РГ**) – розуміння головного, (**ПВЗ**) –

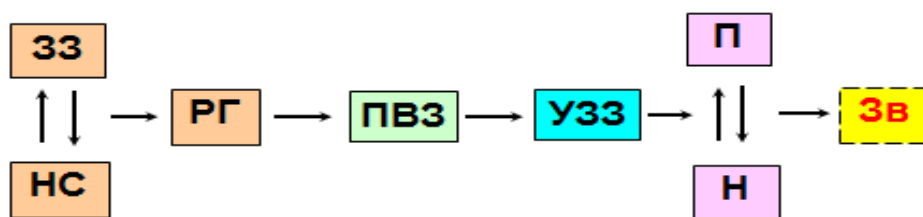
повне володіння знаннями, (УЗЗ) – уміння застосовувати знання, (Н) – навичка, (П) – переконання, (Зв.) – вчинкова звичка), – які охоплюють собою повний набір діяльнісно-особистісних, інтегральних (компетентнісно-світоглядних) якостей суб'єкта. В цілому, оновлена схема результативного навчання будується відповідно до структури освітнього прогнозу (як ідеалізованої моделі освіти та діяльнісної основи її реалізації): **мета → план (освітній стандарт) → управління**. В особистісно орієнтованому навчанні перших два елементи структури прогнозу (**мета, план**) окреслюються предметною (фізика, технічна механіка, основи виробництва, креслення, відповідні предметні методики і ін.) цільовою навчальною програмою, у якій відображено (на основі аналізу міжпредметних зв'язків, соціальних цілей навчання, вимог профільного навчання або кваліфікаційної характеристики спеціаліста, пізнавальної, практичної, світоглядної значущості змісту тощо) рівні компетентнісної та світоглядної обізнаності індивіда, сформовані в процесі конкретного заняття чи внаслідок завершення вивчення теми або розділу навчальної дисципліни. Таке «приземлення» раціонально-логічного та почуттєво-емоційного діяльнісних начал до прогнозованого рівня компетентнісної чи світоглядної обізнаності майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю є запорукою результативності цього процесу.

Проблема дослідження інноваційних процедур управління процесами формування професійних компетентностей та світогляду (авторського педагогічного кредо) в майбутніх учителів фізико-технологічного профілю має наступну структуру та передбачає такі елементи [1–13], як: встановлення об'єкта вивчення; осмислення і дослідження наявних наукових відомостей про об'єкт вивчення; постановка і формулювання наукової проблеми; визначення предмета дослідження; визначення мети і задач дослідження; висунення наукової гіпотези; побудова плану дослідження (вибір методів і процедур); перевірка гіпотези; визначення сфери застосування знайдених рішень; літературне оформлення результатів дослідження; перевірка й уточнення висновків дослідження в масовому досвіді, у широкому експерименті (впровадження в практику). **Ноу-хау вказаного підходу:** тотальний науковий, методичний і технологічний супровід усіх видів науково-навчальних занять і педагогічних практик студентів (монографії, підручники, навчальні посібники, засоби і сценарії активного навчання, програмні продукти, методичні рекомендації і вказівки тощо); переведення певної частини практичних і лабораторних занять та частини годин педагогічних практик у режими пошуково-креативної діяльності, творчих тренінгів, майстер-класів, створення предметних портфоліо і презентацій .

Впровадження інноваційних технологій управління процесами формування компетентнісних та світоглядних якостей (авторського педагогічного кредо) майбутніх учителів фізико-технологічних спеціальностей, з врахуванням перспектив переходу середньої школи на 12-річну схему навчання та орієнтирів Закону України «Про вищу освіту» спричинило до: створення дидактичних систем і впровадження технологічних схем реалізації об'єктивного контролю і цільових установок в

процедурах набуття прогнозованого статусу майбутнім педагогом-фізиком; виявлення основних тенденції побудови освітнього прогнозу (**глобальна мета** → **стандарт освіти (план)** → **управління**) і вдосконалення структурно-логічної схеми освітнього стандарту в їх головних частинах, що охоплюють змістовну, організаційну та операційну складові навчально-пізнавальної діяльності суб'єкта; авторського подання інноваційних схем-матриць цільових науково-навчальних, навчальних та пошуково-креативних програм; доведення «працездатності» дидактичної схеми управління навчанням індивіда, в аспекті забезпечення поступового переходу в режими самоконтролю, самоуправління та самоосвіти (рис. 2).

Вектори саморегульованого процесу навчання



Штриховий контур щодо (Зв.) означає, що в традиційному навчанні формування вчинкових звички ще не завжди узгоджено з мірою домагань учня (студента), а тому може й не відбуватись

Рис. 2. Вірогідна схема самоосвіти

Корисними методичними і технічними напрацюваннями виступають, створені за ознаками цільової бінарності (навчальна дисципліна + методика навчання цієї дисципліни) підручники, навчальні посібники, методичні рекомендації і вказівки для ВНЗ; сценарії творчих тренінгів (лабораторні практикуми, практичні заняття, активна педагогічна практика, пошуково-креативна діяльність); портфоліо навчальних дисциплін в ракурсі здійсності самоконтролю та самоуправління в навчанні індивіда; проектні технології виготовлення і використання саморобних приладів та технічних установок.

Результати досліджень апробовані внаслідок здійснення тематичних публікацій і презентацій в ході Європейсько-Азіатських і національних першостей з наукової аналітики та міжнародних, всеукраїнських, регіональних і міжвузівських наукових конференцій стосовно предметних дидактик. Внаслідок цього обґрунтовано необхідність структурування концепції (теорії) управління навчанням, – **передумови створення теорії** (емпіричний базис + постулати + інтуїтивні здогадки) → **ядро теорії** (градація рівнів компетентності + освітній прогноз + об'єктивний контроль навчально-пізнавальної діяльності + управління навчанням + інтегральна дидактична схема виділення і використання компетенцій) → **наслідки з теорії** (бінарність цілеорієнтацій + тотальний дидактичний супровід навчальних занять + динамічний баланс особистісних начал + вірогідна схема самоуправління навчанням), – та доведено, що в аспекті сукупної [1–3;9;10;12;13] функціональної спроможності [2;5;9;11] основних елементів цієї структури [9;11;13] стає здійснимим гарантоване досягнення прогнозованого

результату навчання (варто зазначити, що аналогів побудови концепції управління навчанням на основі поєднання раціонально-логічного і емоційно-ціннісного діяльнісних начал індивіда не знаходимо ні на вітчизняному, ні на світовому рівнях: лише в роботі, – *Страчар Е. Система і методи керівництва навчальним процесом. Перекл. Зі словацької В.І. Романець. – К.: Рад. шк., 1982. – 295 с.,* – знаходимо певний намір наблизитись до розв'язання проблеми управління на дещо хибних засадах знеособленості навчання та помітного авторитаризму в цьому процесі).

Загалом, результати здійснених досліджень ляжуть в основу підготовки лекцій, доповідей, інформаційних повідомлень, презентацій, предметних портфоліо, технологічних сценаріїв тощо (курси підвищення кваліфікації вчителів, наукові конференції, диспути тощо). Лише в рамках 2016–2017 навчального року, на замовлення освітніх установ і навчальних закладів області буде виконано і передано паперові та електронні версії: дипломних робіт спеціаліста – 11; дипломних робіт магістра – 10; передбачається участь в обласних наукових конкурсах у номінації: «Фундаментальні науково-дослідні роботи». Для використання в навчальному процесі вищих педагогічних закладів (Вінниця, Київ, Кіровоград, Ніжин, Ужгород, Чернігів і ін.) буде популяризуватися і пропонуватися наукова продукція (6 монографій, 2 підручники, 10 навчальних посібників, 4 наукових збірники).

Продовжимо практику транслявання через Інтернет у світовий науковий простір матеріалів науково-педагогічних працівників кафедри методики викладання фізики і дисциплін технологічної освітньої галузі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Управління процесом навчально-пізнавальної діяльності : монографія / П.С. Атаманчук. – Кам'янець-Подільський : К-ПДП, 1997. – 136 с.
2. Атаманчук П.С., Атаманчук В.П. МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ // Научные труды SWorld. – Выпуск 3 (40). Том 7. – Иваново: Научный мир, 2015. – 97 с. – С. 41–52.
3. Вархола М. Проблемы создания технологий, объединяющих процессы обучения, оздоровления и развлечения [Текст] / А. П. Сапрыкин, М. Вархола // Перспективні напрями і способи реалізації інноваційних технологій у системі європейської вищої освіти : міжнародний науковий вісник Закарпатського державного університету. У 2-х кн. / Упоряд. К. Мовчан. – Ужгород : ЗакДУ, 2010. – Кн.1. – С. 31-37.
4. Закон України «Про вищу освіту» : чинне законодавство (ОФЦ. ТЕКСТ). – К.: Паливода А. В., 2014. – 100 с.
5. Запрудский Н.И. Современные школьные технологии – 2 / Н.И. Запрудский. – Минск, 2010. – 256 с.
6. Десненко С.И. Преимущество в подготовке бакалавров физического образования к осуществлению исследовательской деятельности / С.И. Десненко, В.Ю. Проклова // Ученые записки ЗабГУ. – ЗабГУ, 2013. – № 6 (53). – С. 28-35.

7. Касандрова Зл. Учебно помагало за специалноста Социална педагогика / Сборник ПУП. «Хилендарски», 2010. – 153 с.

8. Ляшенко О.І. Якість освіти як проблема дидактики фізики / П.С. Атаманчук, О.І. Ляшенко // Педагогіка і психологія.– 2012. – № 4. – С. 8-12.

9. Методика і техніка навчального фізичного експерименту в старшій школі: підручник для студентів вищих навчальних закладів / [П.С. Атаманчук, О.І. Ляшенко, В.В. Мендерецький, О.М. Ніколаєв]. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2011. – 412 с.

10. Никорич В.З. Формирование технического мышления в процессе трудового обучения / Г.И. Кроитор, В.З. Никорич, А.А. Губанова // 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, 2013. – Вип. 19: Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю. – С. 289-292.

11. Наби Ы.А. Теория проектирования систем обеспечения качества высшего образования на основе модели EFQM. – Алматы: ROND&A, 2013. – 125 с.

12. Krauz A., Krauz Ag., Paluch M., Edukacja w okresie współczesnych przemian-wybrane zagadnienia [Education in the period of contemporary changes-selected issues], Rzeszów, 2011. – 269 s.

13. Атаманчук П.С. Управление процессом становления будущего педагога. Методологические основы / Атаманчук П.С. // Монография. – Издатель: Palmarium Academic Publishingsteiner Imprintder, Deutschland, 2014. – 137 p. (ISBN:978 - 3-639-84513-6; email: info@palmarium-publishing.ru).

Material articles concerning procedures for setting and problem solving process management competence formation and ideological formation of the future teacher of physical and technological profile. It is known that the highest level of professional training of the teacher responsible formation of its own pedagogical credo. The requirements of modern educational paradigm and the Law of Ukraine "On Higher Education" guide the researchers to develop, create and justification of scientific concepts (theory) learning management, methodology of educational prognosis and scenarios innovative technologies effective training that would meet international standards of training specialists while maintaining the benefits of the national system of formation of professional qualities of the teacher physicist. Substantiated that the possibility of formation of pedagogical credo author predicted future teacher of Physics and Technology Profile acting natural consequence management training focused individual on the basis of traditional pedagogy.

Keywords: physics, physics pedagogy, educational prognosis, monitoring, management, educational and cognitive activity, competence, ideology, creed pedagogical, scientific analysis, the international scientific community, public education.

Білик Р.М., кандидат педагогічних наук, доцент
З ПРАКТИКИ ПРОФЕСІЙНО-ПРЕДМЕТНОЇ ПІДГОТОВКИ
МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЇ

У статті розглянуто основні загальнометодологічні підходи підготовки майбутніх вчителів технологій з професійно-орієнтованих дисциплін.

Ключові слова: професійно-орієнтовані дисципліни; розвиток освіти; загальнометодологічні підходи; профорієнтація; навчальний предмет; фізична картина світу; система освіти.

Сучасна педагогічна освіта є пріоритетною і системоутворюючою ланкою, яка забезпечує формування професійно-компетентної особистості педагога, здатного самостійно і творчо вирішувати професійні завдання, усвідомлювати особисту і суспільну значущість педагогічної діяльності, нести відповідальність за її результати. Через свою професійну спрямованість вчитель є керівником і організатором життя і діяльності дітей, він зобов'язаний здійснювати підготовку своїх вихованців до роботи в нових умовах, тим самим сприяти їх соціальній адаптації.

Як стверджує С.П. Максимюк: першим завданням педагогічного вузу – є надати студентіві систему знань про закономірності взаємозв'язку людини з природою, культурою, суспільством, державою, про процеси становлення особи, цінностей, що розвиваються в світі [8]. Розвиваючи цілісну гуманітарну і природничо-наукову картину світу (загальна для всіх педагогічних спеціальностей – складова професійно-орієнтованого знання) дозволить, на думку ученого, оволодіти критеріями оцінки природних і соціальних явищ, феноменів культури, а також способами пошуку нової інформації, навчить умінню бачити «свій» предмет в навчальному процесі середньої школи.

Проте, досить повільне реагування системи вищої освіти на значні соціально-економічні перетворення, що відбуваються в суспільстві зумовило розрив між процесом підготовки фахівця технології і вимогами практики до нього. Як вважають передові вчені, орієнтація вищої школи на існуючий і навіть випереджаючий рівень розвитку суспільно-виробничих відносин в підготовці фахівця можливий лише за умови вивчення цих вимог через дослідження діяльності цього фахівця [4].

Для досягнення наукового результату дидактика припускає використання системи різних підходів. Зокрема в своїх дослідженнях на рівні загальнонаукової методології ми частково використовували наступні педагогічні підходи: системний, діяльнісний, особистісний, технологічний, синергетичний, інтегративний, компетентнісний підходи.

Провівши аналіз розглянутих вище методологічних підходів помітним є той факт, що вони не суперечать, а взаємно доповнюють один одного і являють собою основу концепції професійної підготовки майбутнього вчителя технології. Багатогранність існуючих підходів проявляється як своєрідна реакція на запит, «соціальне замовлення» різноманітних форм і

методів організації освіти, та вимагає від педагога і психолога вибору, критичного осмислення обраної ним лінії.

Проведені дослідження в рамках методологічного вдосконалення загальнотеоретичної професійної підготовки вчителів досить актуальні на сьогоднішньому етапі розвитку освіти, адже саме зараз, як ніколи фахова підготовка майбутніх вчителів до професійної діяльності зазнає великих перетворень та змін, виникнення яких обумовлені новими функціями спеціалістів в сучасному економічному та політичному житті суспільства. В зв'язку з цим виникає рішуча необхідність у створенні якісно нового досконалішого підходу до теоретико-методологічної підготовки майбутніх вчителів, пов'язаного з перетворюючими процесами в освітній галузі «Технологія».

Проведений нами аналіз наукових та дисертаційних робіт в даній галузі дає можливість зробити нам висновок, що фахова підготовка майбутнього вчителя технології це процес оволодіння та засвоєння ними предметного змісту технологічної освіти та елементів методики викладання технології у процесі вивчення спеціальних технічних дисциплін. Результат навчання характеризується певним рівнем розвитку особистості вчителя, рівнем сформованості загально-технічних знань, умінь, навичок [3].

Основною складовою фахової підготовки майбутніх вчителів технології є:

- їх теоретична та практична підготовка в процесі навчальних занять з циклу загально-технічних дисциплін, всіх видів навчально-виробничої практики та факультативних занять;
- формування у студентів системи базових загально-технічних знань, умінь, навичок;
- засвоєння ними методологічних особливостей викладання

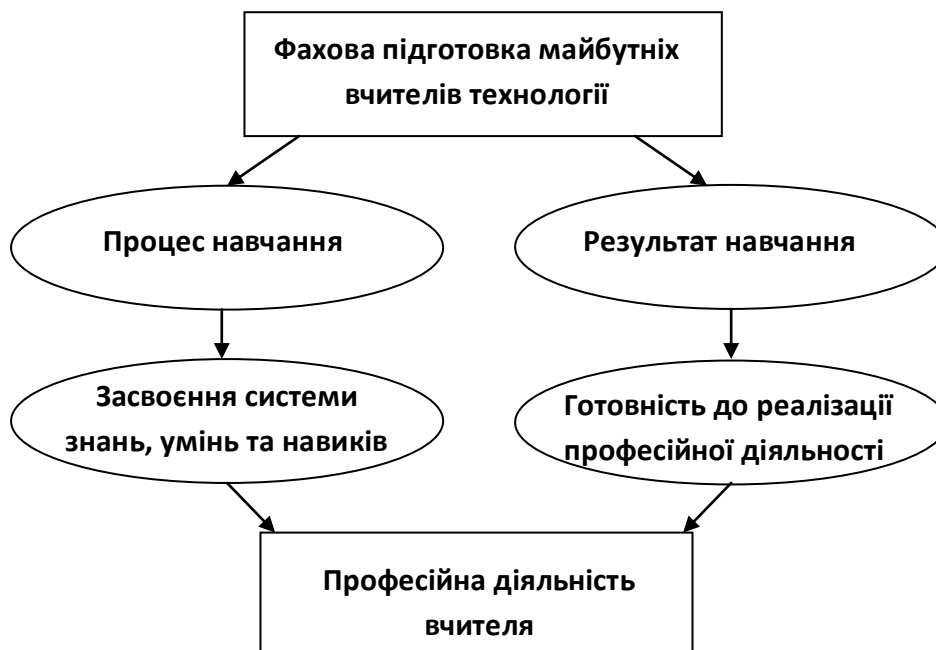


Рис.1 Схема процесу фахової підготовки майбутніх вчителів

спеціальних дисциплін та оволодіння основними методами педагогічної науки.

Фахова підготовка майбутніх вчителів технології має носити інтегрований характер, оскільки в ході її реалізації встановлюються тісні міжпредметні зв'язки з різними галузями наук, зокрема: педагогікою, психологією, фізикою, технологією виробництва, математикою, хімією, фізіологією, медициною. Завдяки інтегрованості, єдності цілей і завдань система професійно-педагогічної підготовки – формує повноцінну, всебічно розвинену особистість вчителя готову до самостійної професійної діяльності.

Виходячи з вищезгаданого, ми розуміємо фахову підготовку, як процес навчання і його результат (рис. 1).

Як процес навчання фахова підготовка – це засвоєння майбутніми спеціалістами системи необхідних якісно нових спеціальних знань і формування на їх основі професійних умінь і навичок.

Як результат навчання предметна підготовка – це готовність майбутнього вчителя до реалізації професійної діяльності. При цьому готовності до реалізації професійної діяльності розглядається як якість особистості, що становить основу настанов майбутнього фахівця на усвідомлення специфіки, змісту і функцій професійної діяльності, що проявляються в реальній поведінці.

Початком підготовки майбутнього вчителя до професійної діяльності, як вважає К.М. Дурай-Новакова, слід вважати вироблення стану готовності до педагогічної діяльності [7]. При такому підході процес підготовки до професійної діяльності протікає найбільш ефективно, теорія тісно пов'язується з практикою, викликаючи власну активність студента в навчально-виховному процесі, з'являється можливість синтезувати освітні та професійні знання, вміння, навички.

Багаторазове повторення даного стану призводить до того, що готовності до педагогічної діяльності стає стійкою характеристикою особистості. Тому професійну готовність до педагогічної діяльності необхідно розглядати як цілісне вираження всіх підструктур особистості, орієнтоване на повне і успішне виконання різноманітних ролей вчителя. Будь-яке властивість або риса особистості має дуже широкий діапазон проявів і, виступаючи в різних структурних поєднаннях, може відігравати різну роль в діяльності людини.

У цей час поряд з природними, соціальними та технічними умовами діяльності виділяють також і технологічні, які відображають сукупність засобів і методів перетворюючої діяльності людини в системі науково-технічного знань. Вони разом з технічної сферою дають цілісне уявлення про загальну структуру світу, без якої технологічна діяльність не буде достатньо ефективною в подальшому пізнанні і перетворенні навколишньої дійсності.

У моделюванні педагогічного процесу ВУЗу використовується методолого-технологічна модель інтегративної підготовки, запропонована Н.С. Антоновим, яка адаптована до конкретного навчального предмету [1]: При цьому технологія вирішення навчальної проблеми заснована на

профільно-дисциплінарному аналізу, який включає два органічно пов'язаних етапи:

а) аналіз і побудова дисциплінарних «портретів» (компонентів) цілісної моделі (картини) процесу вирішення проблеми з позиції кожної фундаментальної та профільної дисципліни, що пов'язана з даною проблемою;

б) об'єднання (інтеграцію) дисциплінарних «портретів» в цілісну модель (картину) процесу вирішення проблеми.

Основоположне місце у такій діяльності вчителя технології на думку П.Р. Атутова, займає його предметна підготовка [5]. Вона забезпечується, насамперед, засвоєнням загальноосвітніх та спеціальних знань. Цим пояснюється те, що технологія виступає парадигмою сучасної освіти, тобто метою та основним завданням його є підготовка учнів до перетворювальної діяльності з використанням наукових знань. Однак вони автоматично не забезпечують розглянуту діяльність. Для цього потрібні спеціальні знання, вміння та засоби технологічного характеру. Вони зумовлені тим, що, поряд з традиційними, предметно орієнтованими технічними науками (машинознавство, електротехніка тощо) зараз розвиваються проблемно-орієнтовані комплексні науково-технічні і соціально-технічні дисципліни (ергономіка, інформатика, інженерна екологія, психологія праці тощо) [6]. Вони інтегрують підходи, синтезують знання різних наукових областей і є складовою сучасної перетворювальної діяльності людей. Найбільш загальні й елементарні основи цієї великої області знань необхідні кожній освіченій людині (поряд зі знанням основ природничих та суспільних наук).

У навчальному процесі вищої школи дисципліни і види навчання групуються навколо фахових навчальних предметів. Вимоги, які висувають ці предмети до рівня кваліфікації фахівців визначають, в свою чергу зміст, обсяг, методи, і засоби навчання з профілюючих дисциплін, впливають на формування цілей і завдань підготовки фахівця, його теоретичної та практичної компетентності. В залежності від спеціальності всі навчальні предмети поділяються на профілюючі і непрофілюючі, які перебувають у відносинах, що змінюються в залежності від ряду причин і умов. Зміна цих відносин закономірна, так як вона виражає їх взаєморозвиток. У свою чергу, непрофілюючі дисципліни також поділяються на два види за відношенням до спеціальних дисциплін: «вільні» та «пов'язані» дисципліни, що обумовлюється визначеними вимогами підготовки фахівця [2].

Недостатня розробленість теорії навчання у вищій школі негативно позначається на якості навчання майбутніх фахівців. В більшості випадків навчання відбувається, в основному, за інформаційною моделлю, а перевірка якості здійснюється шляхом виявлення вмінь відтворювати отриману на заняттях інформацію. Це призводить до збільшення обов'язкового аудиторного навантаження і скорочення часу на самостійну роботу. Однією з причин цього є погана структурованість навчальної інформації. Відсутня, також, науково обґрунтована система навчання прийомам пізнавальної

діяльності, яка дозволила б озброїти студентів методами і прийомами ефективної навчальної роботи у ВНЗ.

В нашому розумінні професійно-предметна підготовка – це спеціально організований навчальний процес в закладі професійної освіти, спрямований на реалізацію цілей і завдань освітнього стандарту і досягнення заданої якості підготовки випускника (спеціаліста), як частина загальної підготовки, передбаченої навчальним планом спеціальності або напряму підготовки. Її результатом є готовність майбутнього вчителя до самостійної професійної діяльності.

Таким чином, на сьогодні склалася певна невідповідність між соціальною значимістю вдосконалення якості підготовки педагогічних кадрів та рівнем розв'язання проблем теоретичної професійно-предметної підготовки вчителя. Тому важливим завданням педагогічної науки є розробка теорії і системи професійно-предметної підготовки студентів, обґрунтування засобів її вдосконалення. Особливе значення в сучасних умовах набуває критичне переосмислення і теоретичне узагальнення досвіду підготовки вчителя, накопиченого в педагогічних навчальних закладах України та світу, глибокий аналіз багаторічної практики викладання дисциплін, визначення того, що з накопиченого та перевірено практикою досвіду, має зберігати своє значення, а що має бути змінено або поновлено під впливом нових тенденцій і процесів. Необхідне теоретичне осмислення нових проблем, що виникають в процесі практичної підготовки студентів.

Список використаних джерел:

1. Антонов Н. С. Интегративная функция обучения. – М.: Просвещение, 1985.– 304 с.
2. Архангельский С.И. Учебный процесс в высшей школе. Его закономерные основы и методы / С.И. Архангельский. – М.: Высш. шк., 1980.– 368с.
3. Атаманчук П.С. Методическая компетентность будущего учителя физики как показатель действенности дидактической модели обучения / П.С. Атаманчук, В.П. Атаманчук, Р.Н. Билык, А.М. Николаев, М.О. Роздобудько, О.Н. Семерня / "Methodical competence of future teachers of physics as an indicator of effectiveness of learning didactic model". Peer-reviewed materials digest (collective monograph) published following the results of the XCVII International Research and Practice Conference and I stage of the Championship in Psychology and Educational sciences (London, August 08 August 14, 2015) / International Academy of Science and Higher Education. – London: IASHE, 2015. – P. 58-61. (<http://gisap.eu/ru/node/82783>).
4. Атаманчук П.С. Компетентность как показатель действенности обучения / П.С. Атаманчук, В.П. Атаманчук, Р.Н. Билык, А.М. Николаев, О.Н. Семерня А.Н. Кух / "Influence of knowledge and public practice on the development of creative potential and personal success in life". Peer-reviewed materials digest (collective monograph) published following the results of the CXXIV International Research and Practice Conference and II stage of the Championship in Psychology and Educational sciences (London, May 12 - May

17, 2016) / International Academy of Science and Higher Education. – London: IASHE, 2016. – P. 23-28. (<http://gisap.eu/ru/node/111444>).

5. Атутов П.Р. и др. Связь трудового обучения с основами наук: Книга для учителя / П.Р. Атутов, Н.И. Бабкин, Ю.К. Васильев. – М.: Просвещение, 1983. – 128 с.

6. Дидактика технологического образования: Кн. для учителя: В 2 ч. / Под ред. П.Р. Атутова. – М.: ИОСО РАО, 1998.– Ч. 2.– 176 с.

7. Дурай-Новакова К.М. Формирование профессиональной готовности студентов к педагогической деятельности: Дис. д-ра пед. наук / К.М. Дурай-Новакова. – М., 1983.–365 с.

8. Максимюк С.П. Педагогіка: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2005. – 667 с. – С. 5-12.

This paper reviews the main approaches zahalnometodolohichni preparation of future teachers with technology professionally-oriented courses.

Keywords: *professionally-oriented courses, the development of education; zahalnometodolohichni approaches, career guidance, a subject, a physical picture of the world education system..*

УДК 517.5

Гнатюк В.О., кандидат фізико-математичних наук

Гудима У.В., кандидат фізико-математичних наук

СПВІДНОШЕННЯ ДВОЇСТОСТІ ТА КРИТЕРІЙ ІСНУВАННЯ ДОПУСТИМОГО РОЗВ'ЯЗКУ УЗАГАЛЬНЕНОЇ ПРОБЛЕМИ МОМЕНТІВ З МОМЕНТАМИ ІЗ ФІКСОВАНИХ ЧИСЛОВИХ ПРОМІЖКІВ

У статті встановлено співвідношення двоїстості, критерій існування допустимого розв'язку узагальненої проблеми моментів з моментами із фіксованих числових проміжків.

Ключові слова: *проблема моментів з моментами із числових проміжків, співвідношення двоїстості, критерій існування допустимого розв'язку.*

Постановка задачі. Нехай X – лінійний над полем дійсних чисел нормований простір, X^* – простір, спряжений з X , $x_i, i = \overline{1, n}$; $y_j, j = \overline{1, m}$; $z_l, l = \overline{1, k}$, – елементи простору X ; $a_i, b_i, i = \overline{1, n}$; $c_j, j = \overline{1, m}$; $d_l, l = \overline{1, k}$, – дійсні числа, причому $a_i \leq b_i, i = \overline{1, n}$.

Узагальненою проблемою моментів з моментами із фіксованих числових проміжків $[a_i, b_i], i = \overline{1, n}$; $(-\infty, c_j], j = \overline{1, m}$; $[d_l, +\infty), l = \overline{1, k}$, назвемо задачу відшукування

$$L^* = \inf \|f\| \quad (1)$$

при обмеженнях

$$f(x_i) \in [a_i, b_i], i = \overline{1, n}; \quad (2)$$

$$f(y_j) \in (-\infty, c_j], j = \overline{1, m}; \quad (3)$$

$$f(z_l) \in [d_l, +\infty), \quad l = \overline{1, k}; \quad (4)$$

$$f \in X^*. \quad (5)$$

Зрозуміло, що задачу (1)-(5) можна записати в такій еквівалентній формі:

$$\inf \|f\| \quad (6)$$

при обмеженнях

$$f(x_i) \geq a_i, \quad i = \overline{1, n}; \quad (7)$$

$$f(-x_i) \geq -b_i, \quad i = \overline{1, n}; \quad (8)$$

$$f(-y_j) \geq -c_j, \quad j = \overline{1, m}; \quad (9)$$

$$f(z_l) \geq d_l, \quad l = \overline{1, k}; \quad (10)$$

$$f \in X^*. \quad (11)$$

Легко переконатись, що проблема моментів з обмеженнями типу моментних рівностей (див., наприклад, [1]) та проблема моментів з обмеженнями типу моментних нерівностей (див., наприклад, [2]) є частковими випадками задачі (1)-(5)((6)-(11)).

Зрозуміло, що коли $0 \in \left(\bigcap_{i=1}^n [a_i, b_i] \right) \cap \left(\bigcap_{j=1}^m (-\infty, c_j] \right) \cap \left(\bigcap_{l=1}^k [d_l, +\infty) \right)$, то задача (1)-(5) ((6)-(11)) має тривіальний оптимальний розв'язок $f^* = 0 \in X^*$.

З урахуванням зазначеного задачу (1)-(5) ((6)-(11)) будемо розглядати за умови, коли

$$0 \notin \left(\bigcap_{i=1}^n [a_i, b_i] \right) \cap \left(\bigcap_{j=1}^m (-\infty, c_j] \right) \cap \left(\bigcap_{l=1}^k [d_l, +\infty) \right). \quad (12)$$

Поряд із задачею (1)-(5) ((6)-(11)) будемо розглядати задачу відшукування

$$\gamma^* = \inf \left\| \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-x_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-y_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l z_l \right\| \quad (13)$$

при обмеженнях

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i a_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-b_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-c_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l d_l = 1, \quad (14)$$

$$\alpha_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \beta_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \gamma_j \geq 0, j = \overline{1, m}; \delta_l \geq 0, l = \overline{1, k}. \quad (15)$$

Легко переконатись, що за умов виконання співвідношення (12) задача (13)-(14) має допустимий розв'язок.

Позначимо через

$$M = \left\{ x : x = \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-x_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-y_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l z_l, \right.$$

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

$$\left. \alpha_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \beta_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \gamma_j \geq 0, j = \overline{1, m}; \delta_l \geq 0, l = \overline{1, k}. \right.$$

Твердження 1. Множина m є опуклою множиною простору x .

Доведення. Нехай $x^1, x^2 \in M$, $\alpha \in [0,1]$. Переконаємося, що $x = (1-\alpha)x^1 + \alpha x^2 \in M$. Оскільки $x^1 \in M$, то

$$x^1 = \sum_{i=1}^n \alpha_i^1 x_i + \sum_{i=1}^n \beta_i^1 (-x_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j^1 (-y_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l^1 z_l,$$

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

Аналогічно

$$x^2 = \sum_{i=1}^n \alpha_i^2 x_i + \sum_{i=1}^n \beta_i^2 (-x_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j^2 (-y_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l^2 z_l,$$

де $\sum_{i=1}^n \alpha_i^2 a_i + \sum_{i=1}^n \beta_i^2 (-b_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j^2 (-c_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l^2 d_l = 1$, $\alpha_i^2 \geq 0, i = \overline{1, n}; \beta_i^2 \geq 0, i = \overline{1, n}; \gamma_j^2 \geq 0, j = \overline{1, m}; \delta_l^2 \geq 0, l = \overline{1, k}$.

Звідси випливає, що

$$x = \sum_{i=1}^n ((1-\alpha)\alpha_i^1 + \alpha\alpha_i^2)x_i + \sum_{i=1}^n ((1-\alpha)\beta_i^1 + \alpha\beta_i^2)(-x_i) + \sum_{j=1}^m ((1-\alpha)\gamma_j^1 + \alpha\gamma_j^2)(-y_j) + \sum_{l=1}^k ((1-\alpha)\delta_l^1 + \alpha\delta_l^2)z_l,$$

причому мають місце співвідношення

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^n ((1-\alpha)\alpha_i^1 + \alpha\alpha_i^2)a_i + \sum_{i=1}^n ((1-\alpha)\beta_i^1 + \alpha\beta_i^2)(-b_i) + \\ & + \sum_{j=1}^m ((1-\alpha)\gamma_j^1 + \alpha\gamma_j^2)(-c_j) + \sum_{l=1}^k ((1-\alpha)\delta_l^1 + \alpha\delta_l^2)d_l = \\ & = (1-\alpha) \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i^1 a_i + \sum_{i=1}^n \beta_i^1 (-b_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j^1 (-c_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l^1 d_l \right) + \\ & + \alpha \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i^2 a_i + \sum_{i=1}^n \beta_i^2 (-b_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j^2 (-c_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l^2 d_l \right) = (1-\alpha) \cdot 1 + \alpha \cdot 1 = 1; \end{aligned}$$

$(1-\alpha)\alpha_i^1 + \alpha\alpha_i^2 \geq 0, i = \overline{1, n}; (1-\alpha)\beta_i^1 + \alpha\beta_i^2 \geq 0, i = \overline{1, n}; (1-\alpha)\gamma_j^1 + \alpha\gamma_j^2 \geq 0, j = \overline{1, m}; (1-\alpha)\delta_l^1 + \alpha\delta_l^2 \geq 0, l = \overline{1, k}$.

Тому $x = (1-\alpha)x^1 + \alpha x^2 \in M$ для всіх $x^1, x^2 \in M$, $\alpha \in [0,1]$. Це й означає, що M є опуклою множиною простору X .

Твердження доведено.

Теорема 1. Для того щоб задача (1)-(5) ((6)-(11)) мала допустимий розв'язок, необхідно і достатньо, щоб виконувалась нерівність $\gamma^* > 0$.

Якщо задача (1)-(5) ((6)-(11)) має допустимий розв'язок, то вона має також оптимальний розв'язок і справедливе співвідношення двоїстості

$$L^* = \frac{1}{\gamma^*} = \sup \left\{ \frac{1}{\left\| \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-x_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-y_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l z_l \right\|} \right\};$$

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i a_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-b_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-c_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l d_l = 1, \\ \alpha_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \beta_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \gamma_j \geq 0, j = \overline{1, m}; \delta_l \geq 0, l = \overline{1, k}. \quad (16)$$

Доведення. Нехай f – допустимий розв’язок задачі (1)-(5) ((6)-(11)), а $(\alpha_i, i = \overline{1, n}; \beta_i, i = \overline{1, n}; \gamma_j, j = \overline{1, m}; \delta_l, l = \overline{1, k})$ – допустимий розв’язок задачі (13)-(15). Тоді

$$\|f\| \left\| \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-x_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-y_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l z_l \right\| \geq \\ \geq \sum_{i=1}^n \alpha_i f(x_i) + \sum_{i=1}^n \beta_i f(-x_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j f(-y_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l f(z_l) \geq \\ \geq \sum_{i=1}^n \alpha_i a_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-b_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-c_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l d_l = 1.$$

Звідси випливає, що $\gamma^* > 0$ і

$$L^* \gamma^* \geq 1, \quad L^* \geq \frac{1}{\gamma^*}. \quad (17)$$

Нехай тепер $\gamma^* > 0$. Переконаємося, що задача (1)-(5) ((6)-(11)) має допустимий та оптимальний розв’язки.

Оскільки M є опуклою множиною простору x (див. твердження 1), то згідно з теоремою 2.3.1 [3, с.28]

$$\gamma^* = \inf_{x \in M} \|x\| = \inf_{x \in M} \|0 - x\| = \max_{\substack{f \in X^*, \\ \|f\| \leq 1}} \left(f(0) - \sup_{x \in M} f(x) \right) = \max_{\substack{f \in X^*, \\ \|f\| \leq 1}} \left(-\sup_{x \in M} f(x) \right) = \\ = \max_{\substack{f \in X^*, \\ \|f\| \leq 1}} \inf_{x \in M} (-f)(x) = \max_{\substack{f \in X^*, \\ \|f\| \leq 1}} \inf_{x \in M} f(x). \quad (18)$$

Позначимо через \bar{f} функціонал, на якому реалізується максимум у правій частині рівності (18). Для цього функціонала матимемо, що $\bar{f} \in X^*$, $\|\bar{f}\| \leq 1$ і

$$0 < \gamma^* = \inf_{x \in M} \bar{f}(x) = \inf \left\{ \sum_{i=1}^n \alpha_i \bar{f}(x_i) + \sum_{i=1}^n \beta_i \bar{f}(-x_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j \bar{f}(-y_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l \bar{f}(z_l) : \right. \\ \left. \sum_{i=1}^n \alpha_i a_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-b_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-c_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l d_l = 1, \right. \\ \left. \alpha_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \beta_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \gamma_j \geq 0, j = \overline{1, m}; \delta_l \geq 0, l = \overline{1, k} \right\}. \quad (19)$$

Оскільки цільова функція задачі лінійного програмування, що фігурує у правій частині рівності (19), обмежена знизу на множині її допустимих розв’язків, то ця задача та двоїста до неї задача лінійного програмування мають оптимальні розв’язки і оптимальні значення їх цільових функцій співпадають (див., наприклад, [4, с.134, 163]), тобто

$$\max \left\{ \gamma : \gamma a_i \leq \bar{f}(x_i), i = \overline{1, n}; \gamma (-b_i) \leq \bar{f}(-x_i), i = \overline{1, n}; \right. \\ \left. \gamma (-c_j) \leq \bar{f}(-y_j), j = \overline{1, m}; \gamma d_l \leq \bar{f}(z_l), l = \overline{1, k} \right\} = \gamma^* > 0.$$

Отже,

$$\begin{aligned} \gamma^* a_i \leq \bar{f}(x_i), i = \overline{1, n}; \gamma^* (-b_i) \leq \bar{f}(-x_i), i = \overline{1, n}; \\ \gamma^* (-c_j) \leq \bar{f}(-y_j), j = \overline{1, m}; \gamma^* d_l \leq \bar{f}(z_l), l = \overline{1, k}. \end{aligned} \quad (20)$$

Зі співвідношення (20) випливає, що $f^* = \frac{\bar{f}}{\gamma^*}$ є допустимим розв'язком задачі (6)-(11) ((1)-(5)).

Отже, задача (6)-(11) ((1)-(5)) має допустимий розв'язок, яким, зокрема, є функціонал $f^* = \frac{\bar{f}}{\gamma^*}$.

З урахуванням цього та (17) отримуємо, що

$$L^* \leq \|f^*\| = \left\| \frac{\bar{f}}{\gamma^*} \right\| = \frac{1}{\gamma^*} \|\bar{f}\| \leq \frac{1}{\gamma^*} \leq L^*.$$

Звідси випливає, що $L^* = \frac{1}{\gamma^*} = \|f^*\|$.

Це означає, що виконується співвідношення двоїстості (16) та f^* є оптимальним розв'язком задачі (1)-(5) ((6)-(11)).

Теорему доведено.

Список використаних джерел:

1. Ахиезер Н.И. О некоторых вопросах теории моментов/ Н.И. Ахиезер, М.Г. Крейн.– Харьков: ГОНТИ, 1938.– 257 с.
2. Пшеничный Б.Н. Необходимые условия экстремума/ Б.Н. Пшеничный.– М.: Наука, 1982.– 142 с.
3. Корнейчук Н.П. Экстремальные задачи теории приближения/ Н.П. Корнейчук.– М.: Наука, 1976. – 320с.
4. Юдин Д.Б. Линейное программирование (теория, методы и приложения)/Д.Б. Юдин, Е.Г. Гольштейн. – М.: Наука, 1969.– 424 с.

In this article a duality theorem and a criteria of the permissible solution for the generalized moments problem for the moments that belong to fixed numerical intervals are established.

Keywords: *the moments problem for the moments that belong to fixed numerical interval, the duality theorem, the criteria of the permissible solution.*

УДК 517.946

Громик А.П., кандидат технічних наук, доцент
Конет І.М., доктор фізико-математичних наук, професор
Пилипюк Т.М., кандидат фізико-математичних наук
**ГІПЕРБОЛІЧНА КРАЙОВА ЗАДАЧА ДЛЯ НЕОБМЕЖЕНОГО
НЕОДНОРІДНОГО ПОРОЖНИСТОГО ЦИЛІНДРА**

Методом інтегральних перетворень у поєднанні з методом головних розв'язків побудовано точний аналітичний розв'язок гіперболічної крайової задачі для необмеженого неоднорідного порожнистого циліндра.

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

Вступ. Відомо, що прикладні задачі теплофізики, термодинаміки, теорії пружності, теорії електричних кіл, теорії коливань, механіки деформівного твердого тіла приводять до крайових задач для диференціальних рівнянь з частинними похідними різних типів (еліптичних, параболічних, гіперболічних) не тільки в однорідних середовищах, коли коефіцієнти рівнянь є неперервними, але й в неоднорідних і кусково-однорідних середовищах, коли коефіцієнти 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, в яких розглядаються задачі.

Для досить широкого класу задач у кусково-однорідних середовищах ефективним методом їх дослідження виявився метод гібридних інтегральних перетворень, які породжені гібридними диференціальними операторами, тобто 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, яке є логічним продовженням [12-14], ми пропонуємо точний аналітичний розв'язок гіперболічної крайової задачі для необмеженого кусково-однорідного порожнистого циліндра, 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

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

$\varphi \in [0; 2\pi); z \in (-\infty; +\infty)\}$ 2π -періодичного щодо кутової змінної φ розв'язку сепаратної системи диференціальних рівнянь з частинними похідними гіперболічного типу 2-го порядку [15]

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

з початковими умовами

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

крайовими умовами

$$\left(\alpha_{11}^0 \frac{\partial}{\partial r} + \beta_{11}^0\right) u_1 \Big|_{r=R_0} = g_0(t, \varphi, z);$$

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

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

та умовами спряження [12]

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

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

де $\Delta_j = a_{rj}^2 \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \right) + a_{zj}^2 \frac{\partial^2}{\partial z^2}$ – оператор Лапласа для

ортотропного середовища в циліндричній системі координат;

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

$c_{jk} = \alpha_{2j}^k \beta_{1j}^k - \alpha_{1j}^k \beta_{2j}^k \neq 0; \quad c_{1k} \cdot c_{2k} > 0; \quad \alpha_{11}^0 \leq 0; \quad \beta_{11}^0 \geq 0; \quad \beta_{22}^{n+1} \geq 0;$

$\alpha_{22}^{n+1} \geq 0; \quad \left| \alpha_{11}^0 \right| + \beta_{11}^0 \neq 0; \quad \alpha_{22}^{n+1} + \beta_{22}^{n+1} \neq 0;$

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

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

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

$g_0(t, \varphi, z); \quad g(t, \varphi, z)$ – задані обмежені неперервні функції;

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

Основна частина. Припустимо, що розв'язок задачі (1)-(5) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень [3, 4, 16].

Побудований за відомою логічною схемою [3-5] методом інтегрального перетворення Фур'є на декартовій осі $(-\infty; +\infty)$ щодо змінної z [4], скінченного інтегрального перетворення Фур'є на проміжку $[0; 2\pi)$ щодо кутової змінної φ [3] та скінченного гібридного інтегрального перетворення типу Ганкеля 2-го роду на кусково-однорідному сегменті I_n^+ з n точками спряження щодо радіальної змінної r [16], єдиний розв'язок гіперболічної початково-крайової задачі спряження (1)-(5) визначають функції

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

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

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

матриці впливу (функції впливу), компоненти

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

лівої радіальної матриці Гріна (ліві функції Гріна) та компоненти

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

правої радіальної матриці Гріна (праві функції Гріна) розглянутої задачі, де

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

З використанням властивостей функцій впливу $E_{jk}(t, r, \rho, \varphi, z)$ і функцій Гріна $W_{j,r}^s(t, r, \varphi, z)$, $s = 1, 2$, 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 [17].

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

Зауваження 1. Параметри $\alpha_{11}^0, \beta_{11}^0; \alpha_{22}^{n+1}, \beta_{22}^{n+1}$ дозволяють виділяти із формул (6) розв'язки початково-крайових задач спряження у випадках

задання на радіальних поверхнях $r = R_0$, $r = R$ крайових умов 1-го, 2-го й 3-го роду та їх можливих комбінацій (1-1, 1-2, 2-1, 2-2, ..., 3-3).

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 необмеженому кусково-однорідному порожнистому циліндрі.

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

Список використаних джерел:

1. Сергиенко И.В. Математическое моделирование и исследование процессов в неоднородных средах / И.В. Сергиенко, В.В. Скопецкий, В.С. Дейнека. – Киев: Наук. думка, 1991. – 432 с.
2. Дейнека В.С. Модели и методы решения задач с условиями сопряжения / В.С. Дейнека, И.В. Сергиенко, В.В. Скопецкий. – Киев: Наук. думка, 1998. – 614 с.
3. Конет І.М. 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-Лебедева / 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. Громик А.П. Гіперболічна крайова задача в неоднорідному циліндрично-круговому просторі / А.П. Громик, І.М. Конет, Т.М. Пилипюк // Наукові праці Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка: зб. за підсум. звіт. наук. конф. викл., докторантів і асп. У 3-х т. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка, 2015. – Вип. 14. – Т. 2. – С. 32-34.

13. Громик А.П. Гіперболічна крайова задача в неоднорідному циліндрично-круговому просторі з циліндричною порожниною / А.П. Громик, І.М. Конет, Т.М. Пилипюк // Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки. – 2015. – Вип. 8. – С. 17-21.

14. Громик А.П. Гіперболічна крайова задача для необмеженого неоднорідного суцільного циліндра / А.П. Громик, І.М. Конет, Т.М. Пилипюк // Наукові праці Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка: зб. за підсум. звіт. наук. конф. викл., докторантів і асп. У 3-х т. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка, 2016. – Вип. 15. – Т. 2. – С. 27-28.

15. Самойленко В.Г. Рівняння математичної фізики / В.Г. Самойленко, І.М. Конет. – Київ: ВПЦ «Київський університет», 2014. – 283 с.

16. Быблев О.Я. Интегральные преобразования Ханкеля II-го рода для кусочно-однородных сегментов / О.Я. Быблев, М.П. Ленюк // Изв. вузов. Математика. – 1987. – Т.5. – С. 82-85.

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

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

By means of method of integral transforms, combined with the method of principal solutions the exact analytical solution of hyperbolic boundary value problem for unlimited inhomogeneous hollow cylinder is obtained.

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

УДК 535:378.147.016

Губанова А.О., доцент, кандидат фізико-математичних наук, доцент
ВИКОРИСТАННЯ АНАЛОГІЇ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦІЇ ПРОЦЕСУ
ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЕРІОДИЧНИХ СТРУКТУР.
ДИФРАКЦІЯ СВІТЛА ЯК МОДЕЛЬ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПРОЦЕСУ
ОДЕРЖАННЯ РЕНТГЕНОГРАМ

В статті описано застосування методики використання аналогій для пояснення процесу утворення рентгенограм, по яким визначають параметри періодичних структур.

Описаний процес одержання дифракційної картини світла від точкового джерела видимого спектру, при його послідовному проходженні крізь дві дифракційні ґратки. При обертанні однієї ґратки відносно осі, перпендикулярної до площин обох ґраток, спостерігається дифракційна картина яка повторює вигляд рентгенограми, одержаної методом Лауе. Наводиться методична розробка лабораторної роботи, в якій використаний метод аналогій. Лабораторна робота розрахована на студентів ВНЗ.

Ключові слова. Рентгенограма, метод аналогій умова Вульфа-Брегга, дифракція світла, дифракційна ґратка, довжина хвилі, інтерференція, порядок дифракційного максимуму.

Застосування методу аналогії в науці має велике значення для розвитку евристичного мислення. В [1,с.105-107; 2]описаний розвиток компетенцій майбутніх спеціалістів-фізиків у процесі виконання самостійних робіт, зокрема в лабораторіях фізичного практикуму. В даній статті застосовується метод аналогій, де об'єктом-оригіналом є кристалічна структура твердих тіл та метод визначення параметрів кристалічних ґраток за допомогою рентгенограм, а об'єктом – аналогом є дифракційна ґратка та метод визначення її сталої при спостереженні дифракції світла. Вивчається дифракційна картина, отримана при використанні двох дифракційних ґраток, які слугують аналогом двохвимірної дифракційної ґратки. Дифракція спостерігається у видимому світлі, що є відомим знанням. Висновок, зроблений за методом аналогії стосується об'єкта-аналога. На основі подібностей об'єкта-оригінала та об'єкта-аналога (які, на перший погляд, не піддаються порівнянню) виникають інтуїтивні передбачення щодо способів розв'язування проблеми [3].

Кристалічні об'єкти: камені, метали, хімічні продукти — органічні та неорганічні, в тому числі, такі складні як волокна хлопку та штучного шовку, кістки людини та тварин, складні органічні об'єкти (віруси, гемоглобін, інсулін, дезоксирибонуклеїнова кислота) і багато інших, мають просторово впорядковану закономірну внутрішню будову. Кожній кристалічній речовині притаманний визначений порядок, характерний «візерунок», зумовлений симетрією у розташуванні частинок, зі сталими відстанями між ними, причому всі ці закономірності можна визначити як якісно так і кількісно.

Розташування частинок (атомів та молекул) стає закономірно впорядкованим коли речовина переходить з аморфної фази (газ, рідина, склоподібний стан) в кристалічну яка відповідає мінімуму вільної енергії при заданих умовах. Різниця в розташуванні атомів трьох фаз приведена на рис.1. Закономірність розташування частинок, їх природа, енергетичний спектр та

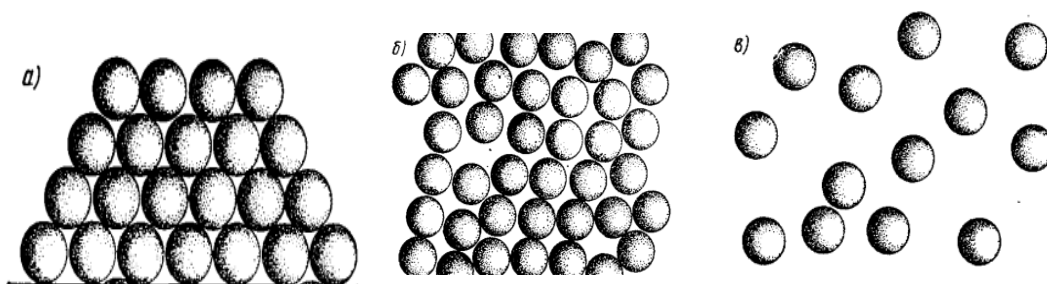


Рис. 1 Модель розподілу частин в речовині: а- кристал; б – рідина; в – газ [4].

сили зв'язку між ними визначають фізичні властивості кристалів.

Структура кристала — це визначене розташування частинок у просторі.

Просторова решітка — це спосіб подання періодичного повторення в просторі окремих матеріальних частинок або групи частинок.

Коли кристал зростає частинки вишиковуються в закономірні і симетричні ряди, сітки, решітки. Грані кристалічних багатокутників відповідають площинам, які складаються з матеріальних частинок, ребра кристалу — лініям перетину цих площин, тобто ланцюгам матеріальних частинок.

Закономірність і симетрія структури кристалу є наслідком динамічної рівноваги багатьох сил або процесів. Зовнішня дія, як наприклад електричне або магнітне поле, механічні зусилля або введення сторонніх атомів в кристал, можуть змінити цю динамічну рівновагу і, відповідно, змінити властивості кристалу.

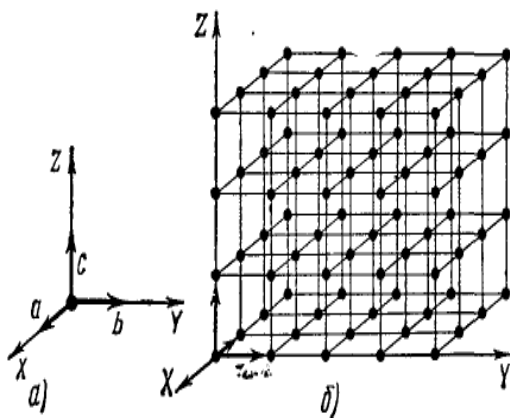


Рис. 2 Просторова решітка. Кристал кубічної структури.

Внаслідок закономірностей та симетрії структури більшість кристалів є однорідними і анізотропними.

З експериментальних даних відомо, що в кристалах неорганічних речовин відстань між атомами складає декілька десятих частин нанометра. Одна десята частина нанометра носить назву ангстрем.

Таким чином, симетрія періодичності та закономірності розташування атомів визначають

кристалічну структуру, тобто кристалічний стан речовини. Встановлення симетрії структури, визначення відстаней між атомами, їх зв'язок з зовнішнім виглядом кристала вивчає кристалографія. На рис.2 приведена

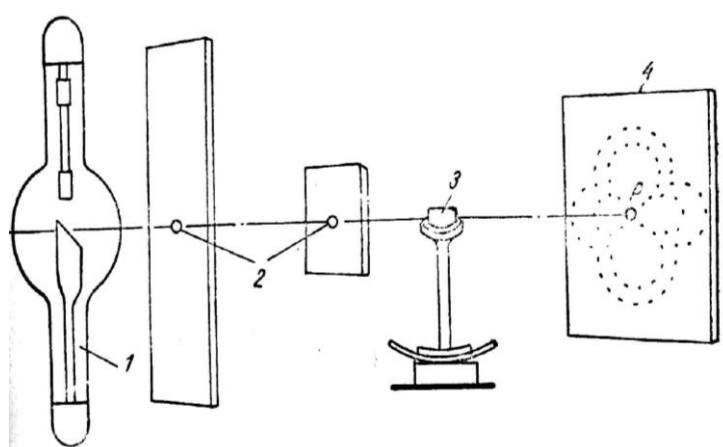


Рис 3. Принципова схема одержання рентгенограми. 1 –джерело рентгенівського випромінювання, 2 – коліматор, 3 –зразок 4 – фоточувлива пластинка

схема розташування атомів у кристалі, який має кубічну структуру, осі координат обрані вздовж ребер куба (Рис.2 а). При утворенні кристалу виконується принцип неперервності - простір заповнюється атомами без проміжків між елементами структури, які називаються елементарними комірками кристалу. Якщо кристал складається з декількох різних атомів, наприклад кухонна сіль NaCl, то елементарна комірка повинна включати в себе цілу кількість формульних одиниць, тобто кількість атомів натрію повинна бути рівною кількості атомів хлору.

Більшість твердих тіл є прозорими для рентгенівського випромінювання.

Електромагнітні хвилі цього діапазону лежать в межах $5 \cdot 10^3 < \lambda < 10 \text{ нм}$, а міжатомні відстані менші за один нанометр. Таке співвідношення між довжиною хвилі та розміром перешкоди входить в умову спостереження явища дифракції електромагнітних хвиль а рентгенограма (Рис3) дозволяє розраховувати відстані між атомними площинами, які показані на рис.2 б). У методі Лауе, кристал 3, рис.3, коливається таким чином, що відбувається зміна кута падіння промінів на його поверхню.

Рентгенограми можна отримувати як в прохідному, так і в відбитому пучку рентгенівських хвиль. При освітленні кристалу рентгенівськими променями s_i , показаними на рис 4, які падають на кристал в площинах, паралельних (ZOY) (Рис.2), а площини розташування атомів паралельні (ХОУ), від кожної площини атомів буде спостерігатися часткове відбивання рентгенівських хвиль.

На рис.4 показана схема відбивання рентгенівських хвиль від трьох паралельних площин, відстань між якими рівна ребру куба d . Між відбитими променями s , при однаковому куті падіння променів s_i виникає оптична різниця ходу. При подальшому потрапленні цих променів в певні точки простору буде спостерігатися їх інтерференція, для цього достатньо розташувати на шляху променів лінзу, і в її фокусі буде спостерігатися інтерференційна картина. Умови одержання максимумів та мінімумів інтерференції залежать від кута падіння променів s_i . Для утворення максимумів інтерференції відбитих променів необхідно виконання умови Вульфа-Брегга (рівняння (1)) [4]:

$$2d \sin \theta = n\lambda \quad (n = 1, 2, 3 \dots) \quad (1)$$

Приймаючи синусоїдальний характер зміни напруженості для кожної з хвиль що накладаються, одержимо два екстремальні значення: при паралельних векторах напруженість зростає вдвоє (нехай амплітуди коливань однакові в обох променях), а при протилежних напрямках векторів результуюча напруженість буде рівна нулю. Перший випадок – утворення

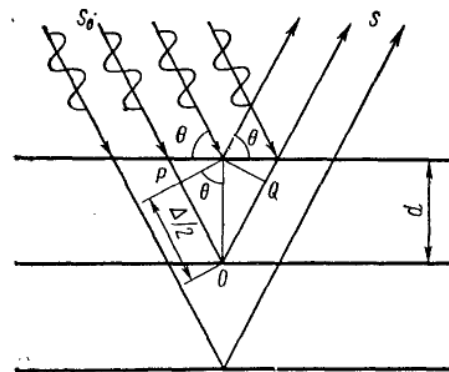


Рис. 4 Умова Вульфа-Брегга

максимуму інтенсивності, другий – мінімуму. В першому випадку різниці фаз рівна $2k\pi$ а у другому $(2k+1)\frac{\pi}{2}$

У випадку відбивання променів, показаному на рис 4. При визначенні оптичної різниці ходу між цими променями враховується кут падіння променів ($90^\circ - \theta$) та відстань між площинами (d). Спостереження максимумів інтерференції в різних напрямках, умови Вульфа-Брегга, дає можливість знаходяться всіх параметрів кристалічної ґратки

При заданому θ умові максимуму відповідає конкретне значення d .

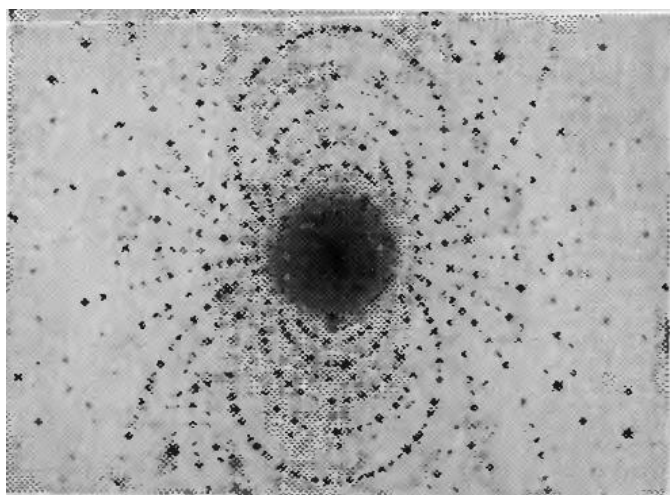


Рис. 4 Рентгенограма кристала

Приклад рентгенограми показаний на рис.4.

За розташуванням інтерференційних максимумів, показаного на рис.4 [4], визначаються відстані між атомними площинами в кожному напрямку, а по ним визначається кристалографічна структура речовини.

Дифракція електромагнітних хвиль – це явище зміни напрямку

поширення хвилі при огинанні або відбиванні від перешкоди, коли розмір перешкоди співпадає з довжиною хвилі. Зміна напрямку розповсюдження при огинанні перешкоди відбувається на кути в межах від -90° до $+90^\circ$. Когерентні промені (промені однакової частоти, однакової поляризації та сталої в часі різниці фаз між ними) в області перекривання створюють стійку картину чергування максимумів та мінімумів освітленості – інтерференційну картину.

Дифракція – зміна напрямку розповсюдження хвилі, при наявності перешкод, розміри яких одного порядку з довжиною хвилі.

Для розуміння суті явища **інтерференції**, нагадаємо, що за світловий вектор електромагнітної хвилі приймаємо вектор напруженості електричного поля. Для електричного поля в кожній точці простору виконується правило додавання векторів напруженості двох або більше електромагнітних хвиль.

На досліді в лабораторії немає можливості побачити інтерференцію рентгенівських променів, але є можливість отримати аналогічну картину для дифрагованих променів, довжини хвиль яких лежать у видимому діапазоні.

Отже метод застосування аналогій дає можливість провести дослід, що сприяє розумінню процесу, який спостерігати безпосередньо у лабораторії неможливо. В лабораторії виконуємо дослід по спостереженню інтерференції світлових променів, які проходять крізь дві дифракційні ґратки (аналог двохвимірної дифракційної ґратки), який покладений у основу методичної розробки для виконання лабораторної роботи.

Основними питаннями, що вивчаються при виконанні лабораторної роботи є:

- ознайомлення з рентгенографічним методом визначення параметрів впорядкованих структур;
- вивчення явища дифракції електромагнітних хвиль;
- отримання інтерференційної картини, утвореної світловими променями, які проходять крізь схрещені дифракційні ґратки (двохвимірна ґратка). Така система ґраток є аналогом плоскої сітки атомів. На рис.2 це атоми, які лежать у паралельних площинах, наприклад (ХОУ).
- визначення сталих двох дифракційних ґраток.
- спостереження зміни інтерференційної картини при обертанні однієї з решіток навколо оптичної осі системи, схема якої приведена у лабораторній роботі.

Мета лабораторної роботи. Знайомство з методами визначення параметрів впорядкованих структур, шляхом використання їх моделі, що складається з двох дифракційних ґраток.

Обладнання: джерело світла, набір дифракційних ґраток (50-100 штрихів на міліметр), екран з міліметровою шкалою, вимірювальна лінійка, щілина.

Теорія досліду.

Дифракція на дифракційній ґратці.

Довжини хвиль видимого світла належать діапазону $380 < \lambda > 780$ нм.

Найпростіша дифракційна ґратка — це скляна пластинка, на яку за допомогою точної ділильної машини нанесено паралельно одна одній непрозорі рисочки між якими залишені вузькі непошкоджені смужки.

Непрозорі рисочки — аналогічні до проєкцій площин, в яких розташовані атоми кристалічної ґратки, вузькі непошкоджені смужки — проміжки між атомними площинами. Світлові хвилі, які підходять до ґратки огинають непрозорі рисочки. Періодом ґратки або сталою ґратки d , називають суму розмірів прозорої a і непрозорої b ділянок.

$$d=a+b \quad (2)$$

Якщо освітити дифракційну ґратку R пучком когерентних паралельних променів Рис.5, які падають перпендикулярно до поверхні ґратки, то спостерігається явище: дифракції.. Промені відхиляються під різними кутами на рис. 5 показано відхилення променів для одного кута дифракції φ .

Оскільки кожному щілину дифракційної ґратки можна вважати самостійним джерелом когерентних хвиль, то на екрані E в фокальній площині лінзи L_2 — будуть накладатись багато чисельні пучки променів. Зсув фаз між променями залежить від положення точки на екрані, довжини падаючого світла, сталої кристалічної ґратки, яка визначена рівнянням 2. На рис. 5,а вказано точку k , де збираються промені, які йдуть під кутом φ до оптичної осі лінзи L_2 . Максимальне значення k - максимальний порядок спектру відповідає максимальному куту відхилення променів, рівному $\pi/2$.

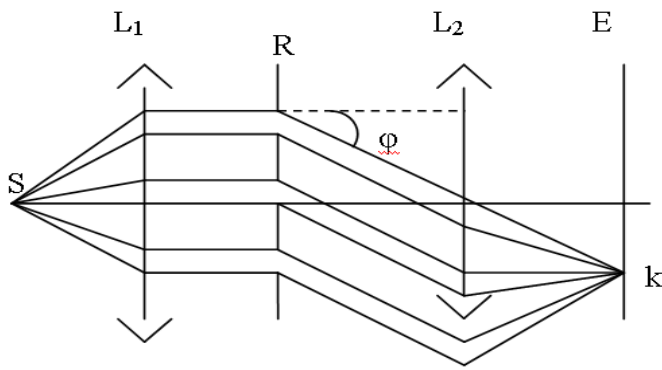


Рис.5.Схема утворення к максимуму інтерференційної картини. З дифрагованих променів обрані ті, що відхилились на кут ϕ

Якщо для кута ϕ_i , виконується умова максимуму інтерференції, то у відповідній точці буде світла смуга.

Коли джерело світла випромінює різні довжини хвиль, то внаслідок інтерференції на екрані з'являються забарвлені зображення щілин. Якщо джерело світла дає монохроматичне випромінювання — світло однієї довжини хвилі (таке світло, можна отримати, якщо поставити на шляху

променів світлофільтри), то зображення щілин на екрані (світлові максимуми) будуть забарвлені в один колір – колір світлофільтра.

Крім кольорових зображень щілин спостерігаються ще темні ділянки, де, в результаті інтерференції, відбулася повне гасіння хвиль (світлові мінімуми).

Уся картина на екрані – сукупність максимумів -- носить назву дифракційних спектрів. Умова виникнення максимумів світла визначається із співвідношення (3) [5]:

$$d \sin \phi = \delta \quad (3),$$

де δ - різниця ходу променів 1 і 2 .

Якщо δ кратна цілому числу хвиль, тобто $\delta = k\lambda$, то одержимо максимуми першого порядку для $k=1$. Відхилення променів відбувається в дві сторони від оптичної осі, тому одержується два максимуми першого порядку, для . всіх значень k також спостерігаються по два максимуми.

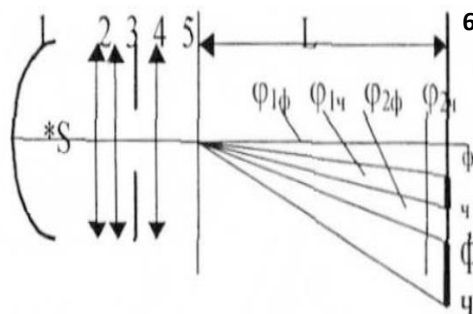


Рис. 6 Схематичний вигляд дифракційного спектру. S – джерело світла, 1 – рефлектор, 2 – коліматор, 3 – щілина, 4 – лінза, 5 – дифракційна ґратка, 6 - екран

При $k=0$ на дифракційній картині (рис.6) максимум в точці 0, який буде білим, бо виконується умова максимуму для всіх довжин хвиль.

З формули (3) $d \sin \phi = k\lambda$ отримуємо

$$d = k\lambda / \sin \phi \quad (4)$$

При наявності другої дифракційної ґратки, у якій прозорі та непрозорі смуги лежать в іншому напрямку, ніж у першій ґратці ми отримаємо картину Рис.7, яка

аналогічна до рентгенограми, показаної на рисунку 3 . На рис 7 вказані точки перетну ліній, в яких теоретично знаходяться максимуми інтерференційної картини, отриманої при дифракції променів на двохвимірній ґратці.

Основні рівняння, що описують умови інтерференції :

Нехай падаючий промінь перпендикулярний до площини ґраток.

Для першої ґратки умова максимумів:

$$d_1 \sin \varphi_1 = k_1 \lambda.$$

Для другої ґратки :

$$d_2 \sin \varphi_2 = k_2 \lambda.$$

k_1 і k_2 – цілі числа: $k = 0, +1, -1, +2, -2, \dots +n -n$ і т.д. [6].

На рис 7 показана теоретична картина розподілу максимумів інтерференційної картини при дифракції електромагнітних хвиль на двохвимірній квадратній решітці. [6].

Метод аналогій також застосовуються у випадку використання в якості об'єкта-оригінала розглядаються природні явища [7].

Експериментальна частина

1. Скласти оптичну схему, як показано на рис.6.

Опис схеми установки для визначення діапазону хвиль видимого світла. 1.– рефлектор, S – джерело світла (потужна лампа розжарення). 2. – конденсор. 3. – щілина (регульована). 4. – об'єктив ФОСа. 5. – дифракційна ґратка. 6. – екран з міліметровою шкалою.

2. Шляхом переміщення об'єктива і ґратки досягають чіткого зображення на екрані дифракційних спектрів першого і другого порядків.

3. Вимірюємо віддаль від білої смуги до фіолетових кольорів спектрів першого і другого порядків ($S_{1\phi}, S_{2\phi}$).

4. Аналогічно вимірюємо віддаль до червоних ділянок спектрів першого і другого порядку ($S_{1ч}, S_{2ч}$).

5. Вимірюємо віддаль L, від дифракційної ґратки до екрану .

6. Результати вимірів заносимо в таблицю. Довжина хвилі червоного світла $\lambda = 7700$ ангстрем, а зеленого 5500, відповідно.

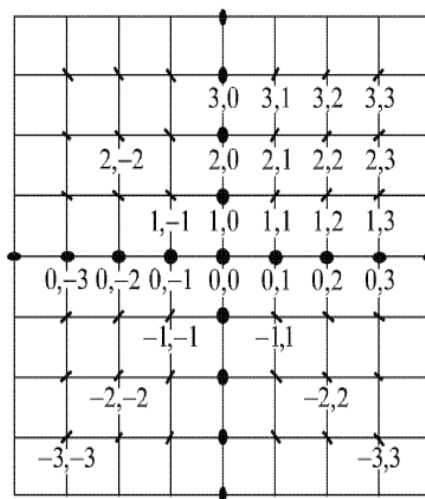


Рис.7 Схематичне зображення розподілу

максимумів при дифракції на

		1φ	1	1ч	1	2φ	1	2 ч	1	1сер	d_1

Визначити відносну похибку знаходження d_1 .

7. При можливості, що пов'язана з зовнішнім освітленням, на шляху променів після першої ґратки розташовуємо другу ґратку, таким чином щоб дифракційний спектр розташовувався перпендикулярно до спектру, який одержаний однією ґраткою.

8. Аналогічно з таблицею для визначення d_1 , скласти таблицю для визначення d_2 .

9. Для чіткого визначення відстаней до ліній певних кольорів за допомогою додаткової діафрагми зменшуємо висоту щілини і вимірюємо відстані від нульового максимуму до забарвлених у вертикальному напрямку.

10. Провести спостереження зміни дифракційної картини при обертанні дифракційної ґратки у вертикальній площині. При цьому впевнитися в тому, що картина повторює схематичне зображення розподілу інтенсивності при дифракції на двохмірній ґратці

Контрольні питання

1. Яка будова дифракційної ґратки? Дати означення періоду дифракційної ґратки.

2. Як пояснити дифракційні явища, що спостерігаються у одній та двох щілинах?

3. Дати означення дифракційного спектра. Чим він відрізняється від спектра, який одержано за допомогою призми?

4. Які промені дифракційного спектра якнайдалі відхиляються від початкового напрямку?

5. На що і як впливає зміна величини сталої дифракційної ґратки?

6. Чому необхідно, щоб щілина коліматора знаходилася в його головному фокусі? Чому зорова труба перед спостерігачем має бути встановлена на нескінченність?

7. Для яких порядків спектрів довжина світлової хвилі визначається більш точно?

Висновки

1. У статті обґрунтована доцільність використання методу аналогій при вивченні кристалічних структур і визначенні їх параметрів.

2. Співставлення діапазону довжин хвиль рентгенівського випромінювання та світла демонструє їх належність до електромагнітних хвиль. У студентів виникає інтерес до вивчення джерел хвиль з різними енергіями, вивчення пропускання та поглинання електромагнітних хвиль різними матеріалами.

3. Отримання, під час виконання лабораторної роботи, дифракційної картини є переконливим наочним дослідом, що підтверджує теоретичні розрахунки.

4. Визначення сталих дифракційних ґраток двох решіток розвиває практичні навички у проведенні розрахунків фізичних величин, визначенні співвідношень між одиницями вимірювання довжин.

5. У методику проведення досліду включені також питання побудови зображення у збірній лінзі, означенні головної оптичної осі лінзи та інші питання з розділу геометричної оптики.

6. Узагальнені умови отримання інтерференційної картини, тобто повторені основні характеристики хвиль. При цьому виробляється вміння застосовувати вже відомі способи розв'язування задач у нових навчально-практичних ситуаціях.

7. Застосування описаного методу допомагає викладачеві досягати головної мети – домогтися розуміння студентами фізичного змісту явища.

Список використаних джерел:

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

2. Нікорич В. Students Independent Work in the Process of Laboratory Studies / Нікорич В., Кетруш П., Куликова О. // 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, 2015. — Вип.21: Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю. — 356 с. — С. 105 —107

3. Вовк Л.І. Роль методу аналогії при викладенні фізики у вузі / Л.І. Вовк // Наукові записки: Зб. наук. праць. — Харків: ХДУ, 1998. — С. 129-132.

4. Шаскольская М.П. Кристаллография / М.П. Шаскольская. – М: Высшая школа, 1984. – 375 с.

5. Майсова Н.П. Практикум з курсу загальної фізики / Н.П. Майсова. – М: Высшая школа, 1970. – 448 с.

6. Ландсберг Г.С. Оптика / Г.С. Ландсберг. – М: Наука, 1976. – 928 с.

7. Губанова А. Природные явления и обучение физике / А. Губанова. – STUDIA UNIVERSITATIS MOLDAVIAE., 2015. nr.2(82) —Seria «Stinte exacte si economice».— ISSN 1857-2073. — ISSN online 2345-1033 — p.98-101

This article describes the application of the technique of using analogies to explain the formation of diffraction patterns, which determine the parameters of periodic structures. The process of obtaining a diffraction pattern of light from a point source in the visible spectrum is demonstrated. And its successive passage through two diffraction gratings are describes During the rotation of one grating with respect to an axis perpendicular to the planes of both arrays, there is a diffraction pattern which resembles the form of radiographs, obtained by the method of Laue. Provide methodological development of laboratory work, which used the method of analogies. Laboratory work designed for students.

Keywords: X-ray diffraction; A method similar to the condition for Bragg; The diffraction of light; diffraction grating; wavelength; interference; diffraction order maximum.

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

Люба Т.С., асистент

Рачковський О.М., старший викладач,

Мазяр Д.М., студент

Ткачук І.В., магістрантка

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОМІШОК СРІБЛА НА ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕЛУРИДУ СВИНЦЮ

Описані технологічні експерименти синтезу легованих сріблом сполук телуриду свинцю, приготування зразків методом холодного пресування та результати дослідження температурних залежностей коефіцієнті Зеєбека і теплопровідності.

Ключові слова: телурид свинцю, технологія синтезу, термоелектричні властивості, теплопровідність.

Значний інтерес для досліджень становлять сполуки системи Pb-Ag-Sb-Te (LAST), для яких термоелектрична добротність досягає значень (2,2...2,4) [1,2], що достатньо для промислового виробництва малопотужних джерел енергії. Це й визначає актуальність наукових пошуків. Такі пристрої можуть служити автономними джерелами різних систем контролю. На цей час детально відпрацьовані технології отримання сполук діркового типу провідності. Стосовно матеріалів електронного типу провідності з аналогічною термоелектричною добротністю ситуація дещо гірша. Є потреба детальнішого вивчення процесів дефектоутворення в аніонній та катіонній підгратках.

Пошук і дослідження нових матеріалів з підвищеною термоелектричною добротністю ZT є однією з важливих і актуальних проблем напівпровідникового матеріалознавства. В останній час ця величина досягнута величини 2,2 при 800 K у халькогенідних сполуках LAST складу $AgPb_xSbTe_{2+x}$, а також 2,4 у надграткових структурах Bi_2Te_3/Sb_2Te_3 р-типу провідності. Відомо, що при значеннях $ZT > 3$ термоелектричні генератори і холодильники можуть конкурувати з пристроями аналогічного призначення. У таких розробках однією з важливих обставин є технологія синтезу термоелектричних матеріалів. У роботі аналізуються результати дослідження властивостей термоелектричної сполуки PbTe:Ag. Введення домішок срібла за певних умов термічної обробки дає змогу сформуванню в об'ємі матеріалу нанорозмірні структури, які впливають як на їх теплопровідність, так і на величину коефіцієнта Зеєбека.

Синтез сполук і підготовка зразків. Синтез сполук здійснювали прямим сплавленням компонентів з їх примусовим перемішуванням [3] при температурах (970...1010) °C. Для синтезу використовувались телур і срібло чистотою В4, свинець чистотою В3, взяті у стехіометричному співвідношенні масою до 20 г. Зважування речовин проводили на аналітичних терезах REDWAG другого класу точності. Після цього контейнери вакуумували і герметизували. При форвакуумному відкачуванні ампули прогрівали для додаткового видалення зі стінок кварцу парів води. У

режимі високовакуумного відкачування (залишковий тиск до $3 \cdot 10^{-5}$ Па) ампули запаювали. Температурні умови синтезу оцінені обчисленням значень константи хімічної рівноваги методами хімічної термодинаміки та уточнені з урахуванням розмірів та геометрії кварцових ампул [4, 5].

Синтезована сполука показана на рис. 1. Із злитків шляхом подрібнення в агатовій ступці отримували дрібнодисперсні порошки. Пресовані компакти отримували методом холодного пресування при тиску (0,8...2) ГПа, час пресування – до 20 хв. Пресовані зразки показані на рис. 2.



Рис. 1. Синтезована сполука

Рис. 2. Пресовані зразки

Електричні контакти до пресованих зразків сформовані електрохімічним осадженням міді на зразки електронного типу провідності та нікелю на зразки р-типу провідності. Якість контактів контролювали порівнянням опору зразків при зміні напрямку струму в них та вимірюванням фото-ЕРС, яка не перевищувала 0,1 mV при короткочасному освітленні кварцовою лампою потужністю 150 Вт з відстані 0,2 м [6].

Дослідження термоелектричних параметрів та їх аналіз. За результатами рентгенівського дифракційного аналізу встановлено, що параметр елементарної комірки лежить в межах $(6,4561 \dots 6,4570) \cdot 10^{-10}$ м, а у зразках (15-21...15-23) виявлено незначні сліди надлишку свинцю.

Концентрація носіїв заряду та їх рухливість у термічно оброблених зразках визначені за даними дослідження ефекту Холла. Результати наведені у таблиці. Температурні залежності коефіцієнта Зеєбека та коефіцієнта теплопровідності досліджувались в інтервалі температур (300-600) К з використанням пристрою, схема якого показана на рис. 3 [7,8]. Результати

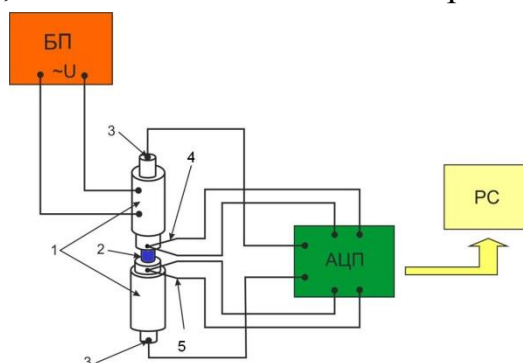


Рис. 3. Блок-схема автоматизованої установки для вимірювання термо-ЕРС: 1 - нагрівачі; 2- зразок; 3 – прижимні контакти; 4 – термопара «гарячого» контакту; 5 – термопара «холодного» контакту

показані на рис. 4 і 5.

Результати вимірювання ефекту Холла (при кімнатних температурах) пресованих і відпалених зразків $Pb_{18-x}Ag_2Te_{20}$

Зразок	Хімічний склад	Умови приготування		n, cm^{-3}	$cm^2/(Vs)$
		P, ГПа	T відп, °C		
16-12	PbTe	2	228	$2.3 \cdot 10^{18}$	41.4
16-13	$Pb_{18}Ag_2Te_{20}$	2	228	$1.4 \cdot 10^{18}$	35.4
16-14	$Pb_{17.5}Ag_2Te_{20}$	2	228	$1.2 \cdot 10^{18}$	72.1
16-15	$Pb_{17.0}Ag_2Te_{20}$	2	228	$1.3 \cdot 10^{18}$	48.1

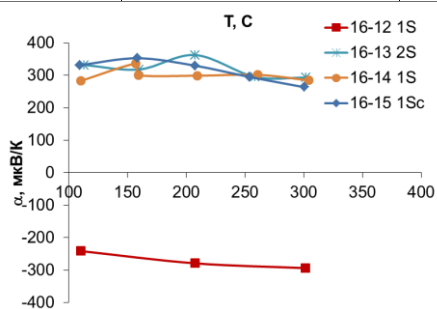


Рис. 4. Температурна зміна коефіцієнта Зеебека.

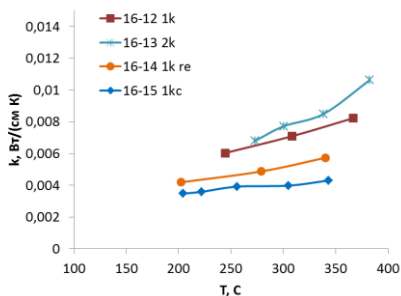


Рис. 5. Температурна зміна коефіцієнта теплопровідності.

Результати досліджень свідчать про те, що зразки електронної та діркової провідності мають близькі значення коефіцієнта Зеебека, що спрощує процес виготовлення та комутації віток термоелементів. Найнижчу теплопровідність мають зразки складу $Pb_{17.0}Ag_2Te_{20}$, а найбільша рухливість заряду зареєстрована у зразках $Pb_{17.5}Ag_2Te_{20}$. Очевидно, що для з'ясування причини зміни теплопровідності зразків, яка суттєво впливає на числові значення термоелектричної добротності, необхідно виконати серію додаткових експериментів з відпалу зразків. Саме вони забезпечують формування нанокластерів срібла, які впливають на коефіцієнт теплопровідності.

Дослідження проведені в рамках виконання держбюджетного комплексного науково-дослідного проекту: «Синтез, отримання і термоелектричні властивості масивних матеріалів на основі багатокомпонентних сполук $Ag-Pb-Sb-Te$ (LAST)», державний реєстраційний номер 115U002303

Список використаних джерел:

1. Касіян А.І. Перспективи низькорозмірних органічних матеріалів для термоелектричних застосувань / Касіян А.І., Пфлаум Й., Сандуляк І.І. // Термоелектрика. – 2015. – №1. – С.16-26.
2. Синтез, особливості і механізми легування сурмою термоелектричного телуриду свинцю $PbTe:Sb$ / [Фреїк Д.М., Криськов Ц.А., Горічок І.В., Люба Т.С., Криницький О.С., Рачковський О.М.] // Термоелектрика. – 2013. – №2 – С.44-52.

3. Патент України на корисну модель. Спосіб отримання легованого термоелектричного п'юмбум телуру / [Горічок І.В., Криськов Ц.А., Люба Т.С., Фреїк Д.М.]. – № 80799; зареєстровано 10.06.2013 р.

4. The influence of chemical composition and technological condition on thermoelectrical parameters of lead telluride / [Kryskov Ts.A., Lyuba T.S., Rachkovsky O.M., Tkachuk I.V., Tsykanyuk B.I., Freik D.M.] // IX Intern. Conf. "Electronics and Applied Physics", October, 23-26, 2013, Kyiv, Ukraine. –P.80-81.

5. Thermoelectric properties of semiconducting compounds PbTe, Pb-Sb-Te and Pb-Ag-Sb-Te (LAST) / [Kryskov Ts.A., Lyuba T.S., Optasyuk S., Rachkovsky O.M., Tkachuk I.V., Tsykanyuk B.I.] // XI Intern. Conf. "Electronics and Applied Physics", October, 21-24, 2015, Kyiv, Ukraine. –P.102-103.

6. Parada N.J. New model for vacancy states in PbTe / Parada N.J., Pratt G.W. // Phys. Rev. Lett. – 1969. – V.22. – P.180-182.

7. Low-frequency a measurement of the Seebeck coefficient / [Chen F., Cooley J.C., Hults W. L., Smith J. L.] // Rev. Sci. Instr. – 2001. – №72. – С. 4201-4206.

8. Пристрій для експрес-оцінки термоелектричних параметрів напівпровідникових сполук / [Криськов Ц.А., Люба Т.С., Оптасюк С.В., Рачковський О.М., Циканюк Б.І.] // Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Шевченківська весна - 2014». – Київ. –2014. – С.17-18.

Summary: Technological experiments of synthesis the Ag-doped PbTe, the sample preparation by cold pressing and results of the research of temperature dependences the Seebeck coefficient and thermal conductivity are described.

Keywords: Lead telluride, synthesis technology, thermoelectric properties, thermal conductivity.

УДК 517.5

Гудима У.В., кандидат фізико-математичних наук
ЗАДАЧІ, ДВОЇСТІ ДО УЗАГАЛЬНЕНОЇ ПРОБЛЕМИ МОМЕНТІВ З
МОМЕНТАМИ ІЗ ФІКСОВАНИХ ЧИСЛОВИХ ПРОМІЖКІВ

У статті розглянуто еквівалентні задачі, двоїсті до узагальненої проблеми моментів з моментами із фіксованих числових проміжків.

Ключові слова: узагальнена проблема моментів з моментами із числових проміжків, двоїста задача.

Постановка задачі. Нехай X – лінійний над полем дійсних чисел нормований простір, X^* – простір спряжений з X , x_i , $i = \overline{1, n}$; y_j , $j = \overline{1, m}$; z_l , $l = \overline{1, k}$, – елементи простору X , a_i, b_i , $i = \overline{1, n}$; c_j , $j = \overline{1, m}$; d_l , $l = \overline{1, k}$, – дійсні числа, причому $a_i \leq b_i$, $i = \overline{1, n}$.

Назвемо узагальненою проблемою моментів з моментами із фіксованих числових проміжків $[a_i, b_i]$, $i = \overline{1, n}$; $(-\infty, c_j]$, $j = \overline{1, m}$; $[d_l, +\infty)$, $l = \overline{1, k}$, задачу відшукування

$$L^* = \inf \|f\| \quad (1)$$

при обмеженнях

$$f(x_i) \in [a_i, b_i], \quad i = \overline{1, n}; \quad (2)$$

$$f(y_j) \in (-\infty, c_j], \quad j = \overline{1, m}; \quad (3)$$

$$f(z_l) \in [d_l, +\infty), \quad l = \overline{1, k}; \quad (4)$$

$$f \in X^*. \quad (5)$$

Зрозуміло, що проблема моментів з обмеженнями типу моментних рівностей (див., наприклад, [1]) та проблема моментів з обмеженнями типу моментних нерівностей (див., наприклад, [2]) є частковими випадками задачі (1)-(5).

Зрозуміло також, що задачу (1)-(5) можна записати в такій еквівалентній формі:

знайти

$$\inf \|f\| \quad (6)$$

при обмеженнях

$$f(x_i) \geq a_i, \quad i = \overline{1, n}; \quad (7)$$

$$f(-x_i) \geq -b_i, \quad i = \overline{1, n}; \quad (8)$$

$$f(-y_j) \geq -c_j, \quad j = \overline{1, m}; \quad (9)$$

$$f(z_l) \geq d_l, \quad l = \overline{1, k}; \quad (10)$$

$$f \in X^*. \quad (11)$$

Якщо

$$0 \in \left(\bigcap_{i=1}^n [a_i, b_i] \right) \cap \left(\bigcap_{j=1}^m (-\infty, c_j] \right) \cap \left(\bigcap_{l=1}^k [d_l, +\infty) \right),$$

то задача (1)-(5) має тривіальний оптимальний розв'язок $f^* = 0 \in X^*$, оскільки в цьому випадку

$f^*(x_i) = 0 \in [a_i, b_i], \quad i = \overline{1, n}; \quad f^*(y_j) = 0 \in (-\infty, c_j], \quad j = \overline{1, m}; \quad f^*(z_l) = 0 \in [d_l, +\infty), \quad l = \overline{1, k}$, та $\|f^*\| = 0 \leq \|f\|$ для всіх $f \in X^*$, в тому числі для f із X^* , які задовольняють обмеження (2)-(4).

З урахуванням зазначеного вище будемо припускати, що

$$0 \notin \left(\bigcap_{i=1}^n [a_i, b_i] \right) \cap \left(\bigcap_{j=1}^m (-\infty, c_j] \right) \cap \left(\bigcap_{l=1}^k [d_l, +\infty) \right). \quad (12)$$

Поряд із задачею (1)-(5) будемо розглядати задачу відшукування

$$\gamma^* = \inf \left\| \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-x_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-y_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l z_l \right\| \quad (13)$$

при обмеженнях

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i a_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-b_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-c_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l d_l = 1, \quad (14)$$

$$\alpha_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \beta_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \gamma_j \geq 0, j = \overline{1, m}; \delta_l \geq 0, l = \overline{1, k}. \quad (15)$$

Твердження 1. *Задача (13)-(15) має допустимі розв'язки.*

Доведення. Оскільки за припущенням має місце співвідношення (12), то існує індекс $i_0 \in \{1, \dots, n\}$, такий, що $0 \notin [a_{i_0}, b_{i_0}]$, або існує індекс $j_0 \in \{1, \dots, m\}$, такий, що $0 \notin (-\infty, c_{j_0}]$, або існує індекс $l_0 \in \{1, \dots, k\}$, такий, що $0 \notin [d_{l_0}, +\infty)$.

Нехай $0 \notin [a_{i_0}, b_{i_0}]$. Тоді $0 < a_{i_0}$ або $0 > b_{i_0}$. В першому випадку допустимим розв'язком задачі (13)-(15) буде вектор $\left(0, \dots, 0, \alpha_{i_0} = \frac{1}{a_{i_0}}, 0, \dots, 0\right)$, в другому – вектор $\left(0, \dots, 0, \beta_{i_0} = -\frac{1}{b_{i_0}}, 0, \dots, 0\right)$.

У випадку, коли $0 \notin (-\infty, c_{j_0}]$, то $c_{j_0} < 0$. В цьому випадку допустимим розв'язком задачі (13)-(15) буде вектор $\left(0, \dots, 0, \gamma_{j_0} = -\frac{1}{c_{j_0}}, 0, \dots, 0\right)$.

Якщо ж $0 \notin [d_{l_0}, +\infty)$, то $d_{l_0} > 0$. Тоді допустимим розв'язком задачі (13)-(15) буде вектор $\left(0, \dots, 0, \delta_{l_0} = \frac{1}{d_{l_0}}, 0, \dots, 0\right)$.

Твердження доведено.

Твердження 2. *Якщо задача (1)-(5) має допустимий розв'язок, то $\gamma^* > 0$ і справедливе співвідношення $L^* \geq \frac{1}{\gamma^*}$.*

Доведення. Нехай f є допустимим розв'язком задачі (1)-(5). Тоді $f \in X^*$ і f задовольняє обмеження (7)-(10). Звідси випливає, що для кожного допустимого розв'язку $(\alpha_i, i = \overline{1, n}; \beta_i, i = \overline{1, n}; \gamma_j, j = \overline{1, m}; \delta_l, l = \overline{1, k})$ задачі (13)-(15)

$$\begin{aligned} & \|f\| \left\| \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-x_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-y_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l z_l \right\| \geq \\ & \geq \sum_{i=1}^n \alpha_i f(x_i) + \sum_{i=1}^n \beta_i f(-x_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j f(-y_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l f(z_l) \geq \\ & \geq \sum_{i=1}^n \alpha_i a_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-b_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-c_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l d_l = 1. \end{aligned}$$

Тому $f \neq 0$ та $\left\| \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-x_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-y_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l z_l \right\| \geq \frac{1}{\|f\|} > 0$.

Звідси випливає, що $\gamma^* \geq \frac{1}{\|f\|} > 0$.

Отже, для всіх допустимих розв'язків f задачі (1)-(5) $\|f\| \geq \frac{1}{\gamma^*}$.

Тому $L^* \geq \frac{1}{\gamma^*}$.

Твердження доведено.

Згідно з доведеним твердженням $L^* \geq \frac{1}{\gamma^*}$. Насправді в цьому співвідношенні має місце знак рівності, тобто $L^* = \frac{1}{\gamma^*}$.

З урахуванням зазначеного, задачею двоїстою до проблеми моментів (1)-(5), будемо називати задачу відшукування величини

$$\frac{1}{\gamma^*} = \sup \left\{ \frac{1}{\left\| \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-x_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-y_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l z_l \right\|} : \right. \\ \left. \sum_{i=1}^n \alpha_i a_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-b_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-c_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l d_l = 1, \right. \\ \left. \alpha_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \beta_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \gamma_j \geq 0, j = \overline{1, m}; \delta_l \geq 0, l = \overline{1, k} \right\}. \quad (16)$$

Твердження 3. Якщо задача (1)-(5) має допустимий розв'язок, то справедлива рівність

$$\frac{1}{\gamma^*} = \sup \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i a_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-b_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-c_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l d_l}{\left\| \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-x_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-y_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l z_l \right\|} : \right. \\ \left. \sum_{i=1}^n \alpha_i a_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-b_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-c_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l d_l > 0, \right. \\ \left. \alpha_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \beta_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \gamma_j \geq 0, j = \overline{1, m}; \delta_l \geq 0, l = \overline{1, k} \right\}. \quad (17)$$

Доведення. Позначимо праву частину співвідношення (17) через \bar{L} . З урахуванням (16) можна зробити висновок, що

$$\frac{1}{\gamma^*} \leq \bar{L}. \quad (18)$$

Нехай вектор $(\alpha_i, i = \overline{1, n}; \beta_i, i = \overline{1, n}; \gamma_j, j = \overline{1, m}; \delta_l, l = \overline{1, k})$ задовольняє умови задачі, що фігурує у правій частині співвідношення (17). Позначимо через $\theta = \sum_{i=1}^n \alpha_i a_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-b_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-c_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l d_l$. Тоді $\theta > 0$ і

$$\sum_{i=1}^n \frac{\alpha}{\theta} a_i + \sum_{i=1}^n \frac{\beta_i}{\theta} (-b_i) + \sum_{j=1}^m \frac{\gamma_j}{\theta} (-c_j) + \sum_{l=1}^k \frac{\delta_l}{\theta} d_l = 1$$

та

$$\frac{\alpha_i}{\theta} \geq 0, i = \overline{1, n}; \frac{\beta_i}{\theta} \geq 0, i = \overline{1, n}; \frac{\gamma_j}{\theta} \geq 0, j = \overline{1, m}; \frac{\delta_l}{\theta} \geq 0, l = \overline{1, k}.$$

Отже, вектор $(\frac{\alpha_i}{\theta}, i = \overline{1, n}; \frac{\beta_i}{\theta}, i = \overline{1, n}; \frac{\gamma_j}{\theta}, j = \overline{1, m}; \frac{\delta_l}{\theta}, l = \overline{1, k})$ задовольняє умові задачі відшукування величини (16).

Звідси випливає, що

$$\begin{aligned} \frac{1}{\gamma^*} &\geq \frac{1}{\left\| \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i}{\theta} x_i + \sum_{i=1}^n \frac{\beta_i}{\theta} (-x_i) + \sum_{j=1}^m \frac{\gamma_j}{\theta} (-y_j) + \sum_{l=1}^k \frac{\delta_l}{\theta} z_l \right\|} = \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i a_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-b_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-c_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l d_l}{\left\| \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-x_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-y_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l z_l \right\|}. \end{aligned}$$

Тому $\frac{1}{\gamma^*} \geq \bar{L}$. Одержане співвідношення разом із співвідношенням (18)

дозволяє зробити висновок про справедливість рівності (17).

Твердження доведено.

Твердження 4. Якщо задача (1)-(5) має допустимий розв'язок, то справедлива рівність

$$\frac{1}{\gamma^*} = \sup \left\{ \sum_{i=1}^n \alpha_i a_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-b_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-c_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l d_l : \left\| \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i + \sum_{i=1}^n \beta_i (-x_i) + \sum_{j=1}^m \gamma_j (-y_j) + \sum_{l=1}^k \delta_l z_l \right\| = 1, \right.$$

$$\left. \alpha_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \beta_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \gamma_j \geq 0, j = \overline{1, m}; \delta_l \geq 0, l = \overline{1, k} \right\}. \quad (19)$$

Доведення цього твердження аналогічне доведенню твердження 3.

З урахуванням тверджень 3, 4 можна зробити висновок, що задачі, які фігурують у правих частинах рівностей (17), (19) еквівалентні задачі відшукування величини (16). Тому логічно і ці задачі назвати двоїстими до проблеми моментів (1)-(5).

Список використаних джерел:

1. Ахиезер Н.И. О некоторых вопросах теории моментов / Н.И. Ахиезер, М.Г. Крейн.— Харьков: ГОНТИ, 1938.— 257 с.
2. Пшеничный Б.Н. Необходимые условия экстремума / Б.Н. Пшеничный.— М.: Наука, 1982.— 142 с.

The equivalent problems which is duals for the generalized moments problem for the moments that belong to fixed numerical intervals are established.

Keywords: *the generalized moment problem for the moments that belong to fixed numerical interval, the duals problem.*

УДК 52 (07) +372.853

Дмитрук С.І., асистент

СУЧАСНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ЯК СПОСІБ ВИВЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ЯВИЩ

У статті розглянуто особливості організації та проведення прийомів навчального фізичного експерименту. Розглянуто причино-наслідкові передумови формування експериментальної компетентності учнів старших класів.

Ключові слова: *фізичний експеримент, експериментальна компетентність, експериментатор.*

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 [6].

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.

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 [5]. 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 [1] 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.

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).

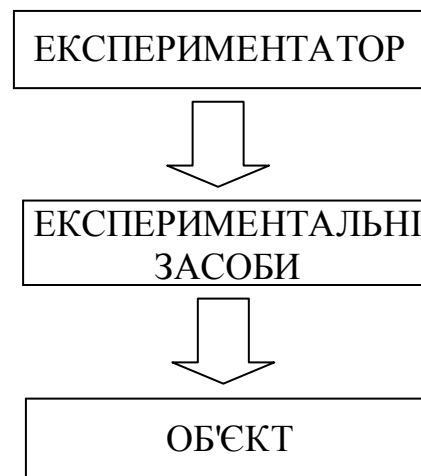


Рис. 1

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» [2, 3].

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 умінь 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» [4, 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.

Список використаних джерел:

1. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе : Теорет. основы : Учебн. пособие для студентов пед. ин.-тов по физ.-мат. спец. / А. И. Бугаев – М. : Просвещение, 1981. – 288 с.
2. Величко С. П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики у середній школі / С. П. Величко. – Кіровоград: КДПУ ім. В. Винниченка, 1998. – 302 с.
3. Волинко О.В. Вимірювання характеристик природного гамма-фону / О. В. Волинко // Фізика та астрономія в школі. – 2005. – №4. – С. 10–15.
4. Миргородський Б. Ю. Проблеми шкільного навчального експерименту з фізики / Б. Ю. Миргородський // Викладання фізики в школі: Зб. ст. За ред. Є. В. Коршака. — К.: Рад. шк., 1978. — 153 с.
5. 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.
6. 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.

The article discusses the features of organization and methods of learning physics experiment. Causes and effect of experimental prerequisites for the formation competence of senior students.

Keywords: *physical experiment experimental expertise, the experimenter.*

УДК 378.147.091.3:51

Думанська Т.В., асистент

ОБЧИСЛЮВАЛЬНА КОМПЕТЕНТІСТЬ МАЙБУТНЬОГО БАКАЛАВРА ЕКОНОМІКИ

У статті обґрунтовується необхідність формування у студентів економічних спеціальностей ВНЗ обчислювальної компетентності, зокрема умінь та навичок виконувати наближені обчислення інтегралів під час розв'язування практичних задач.

Ключові слова: *студенти економічних спеціальностей ВНЗ, вища математика, математичні компетентності, обчислювальна компетентність.*

Одним із основних нормативних документів системи вищої освіти є Галузевий стандарт вищої освіти, зокрема Освітньо-кваліфікаційна характеристика [3]. У ній говориться, що ВНЗ повинні забезпечити опанування фахівцями ступеня „бакалавр” системою вмінь розв'язувати певні типові завдання діяльності [3, с. 10]. Значна частка вмінь належить здатності виконувати різного роду економічні розрахунки:

- трудомісткості товарної, валової продукції та незавершеного виробництва;
- балансу робочого часу;
- явочної, спискової та середньооблікової чисельності персоналу різних функціональних категорій;
- годинного, денного, місячного, річного виробітку;
- місячних планових завдань з виробництва для цехів і дільниць;
- середнього тарифного коефіцієнта групи робітників та середнього тарифного коефіцієнта складності робіт на підставі даних про тарифні розряди;
- середньої тарифної ставки оплати праці;
- розміру середньої заробітної плати;
- показників середнього рівня виконання норм затрат робочого часу та виробітку;
- розмірів премій для структурних підрозділів підприємства [3, с. 13-14].

Математично малограмотні керівники великих промислових та фінансових корпорацій, оточені недостатньо математично освіченими радниками і консультантами, представляють сьогодні величезну небезпеку для людства. Вони не здатні системно мислити, не можуть прорахувати

навіть найближчі наслідки своїх дій, які все частіше призводять до економічних криз, фінансових потрясінь.

Країнами-учасницями проекту DeSeCo обчислювальна компетентність визнана в якості ключової, що необхідна людині для ефективної життєдіяльності в оточуючому світі. Обчислювальну компетентність становлять знання обчислювальних прийомів та повноцінна обчислювальна навичка, що характеризується правильністю, раціональністю, узагальненістю, автоматизмом і міцністю. Вона є кінцевим результатом опанування обчислювальної навички. Основу обчислювальної складової математичної компетентності утворює здатність студента застосовувати обчислювальні вміння та навички у практичних ситуаціях [2].

Таким чином, при формуванні обчислювальної компетентності не можна обмежитися лише пропозицією тренувальних вправ або обчислювальними тренажерами. Потрібно навчати студентів різноманітним прийомам обчислення та формувати навички у їх застосуванні. Після опрацювання окремих прийомів обчислення, на наступному кроці відбувається формування обчислювальної навички, що характеризується такими ознаками як правильність, узагальненість, раціональністю тощо.

Проілюструємо на прикладі важливість застосування різних методів наближених обчислень визначених інтегралів під час розв'язування задач.

Приклад. Обчислити наближено при $n=10$ інтеграл $I = \int_1^2 \frac{dx}{x} = \ln 2$

(розрахунки вестимо з п'ятьма знаками після коми) [1, с. 553].

Розв'язання. Поділимо відрізок $[1;2]$ на 10 рівних частин точками, тобто $\Delta x = \frac{2-1}{10} = 0,1$. Складемо таблицю значень підінтегральної функції $y = \frac{1}{x}$ у вибраних точках:

x_i	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2
y_i	1,00 000	0,90 909	0,83 333	0,76 923	0,71 429	0,66 667	0,62 500	0,58 824	0,55 556	0,52 632	0,50 000

Далі пропонуємо виконання обчислення за формулами лівих і правих прямокутників, формулою трапецій, параболічною формулою Сімпсона.

За формулою *лівих прямокутників* ($n=10$) дістанемо

$$S_1 \approx \frac{b-a}{n} \sum_{i=0}^{n-1} y_i = \frac{b-a}{10} (y_0 + y_1 + y_2 + \dots + y_9) =$$

$$= 0,1 \cdot (1,00000 + 0,90909 + 0,83333 + 0,76923 + 0,71429 + 0,66667 + 0,62500 + 0,58824 +$$

$$+ 0,55556 + 0,52632) = 0,1 \cdot 7,18773 \approx 0,71877.$$

За формулою *правих прямокутників* ($n=10$) дістанемо

$$S_2 \approx \frac{b-a}{n} \sum_{i=1}^n y_i = \frac{b-a}{10} (y_1 + y_2 + \dots + y_{10}) =$$

$$= 0,1 \cdot (0,90909 + 0,83333 + 0,76923 + 0,71429 + 0,66667 + 0,62500 + 0,58824 + 0,55556 + 0,52632 + 0,50000) = 0,1 \cdot 6,68773 \approx 0,66877.$$

Тоді інтеграл I буде лежати в межах: $S_2 < I < S_1$.

Тому

$$I \approx \frac{S_1 + S_2}{2} = \frac{0,71877 + 0,66877}{2} = 0,69377.$$

За формулою трапецій ($n = 10$):

$$I \approx \frac{b-a}{n} \left(\frac{y_0 + y_n}{2} + \sum_{i=1}^{n-1} y_i \right) = \frac{b-a}{10} \left(\frac{y_0 + y_{10}}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_9 \right) =$$

$$= 0,1 \cdot \left(\frac{1,00000 + 0,50000}{2} + 0,90909 + 0,83333 + 0,76923 + 0,71429 + 0,66667 + 0,62500 + 0,58824 + 0,55556 + 0,52632 \right) = 0,1 \cdot 6,93773 \approx 0,69377.$$

За формулою Сімпсона ($n = 2m = 10$):

$$I \approx \frac{b-a}{3n} (y_0 + y_{10} + 2(y_2 + y_4 + y_6 + y_8) + 4(y_1 + y_3 + y_5 + y_7 + y_9)) = \frac{1}{30} \cdot 20,79456 \approx 0,69315.$$

Таким чином, порівнюючи отримані результати, бачимо деяку розбіжність.

Для вирішення питання яка ж з відповідей є прийнятною пропонуємо здійснити оцінку похибки наближення.

Отже, оцінимо похибку наближення за формулою прямокутників. Зазначаємо, що як для формули лівих, так і правих прямокутників, оцінка однакова. Оскільки $f'(x) = -\frac{1}{x^2}$, то $|f'(x)| = \frac{1}{x^2}$ монотонно спадає на відрізку

$$[1;2]. \text{ Тому } M_1 = \max_{x \in [1;2]} f'(x) = f'(1) = 1. \text{ Отже, } |\Delta_{10}| \leq \frac{M_1(b-a)^2}{2n} = \frac{1}{20} = 0,05.$$

Оскільки допустима похибка з'являється вже на другому місці після коми, третій знак слід округлити, й остаточно маємо за формулою лівих і правих прямокутників та методом меж: похибка

$$h = \frac{S_1 - S_2}{2} = \frac{0,71877 - 0,66877}{2} = 0,025 \approx 0,03.$$

$$\text{Отже, } I \approx \int_1^2 \frac{dx}{x} = 0,694 \pm 0,03.$$

Оцінимо похибку наближення для формули трапецій.

Оскільки $f''(x) = \frac{1}{x^3}$ монотонно спадає на відрізку $[1;2]$, то

$$M_2 = \max_{x \in [1;2]} f''(x) = f''(1) = 2. \text{ Отже, } |\Delta_{10}| \leq \frac{M_2(b-a)^3}{12n^2} = \frac{1}{600} = 0,002.$$

Остаточно маємо $\int_1^2 \frac{dx}{x} = \ln 2 \approx 0,694 \pm 0,002$.

Оцінка абсолютної похибки за формулою Сімпсона:

$$|\Delta_{10}| \leq \frac{M_3(b-a)^5}{2880n^4} = \frac{1}{24000} \approx 0,00004,$$

де $M_3 = \max_{x \in [1;2]} |f^{(4)}(x)| = f^{(4)}(1) = 24$.

Тому $\int_1^2 \frac{dx}{x} = \ln 2 \approx 0,693 \pm 0,00004$.

Після здійснення студентами оцінок похибок наближення за кожною з формул пропонуємо для розгляду табличне значення натуральних логарифмів $I = \ln 2 \approx 0,693147$.

Якщо порівняти результати обчислень інтеграла, отримані трьома різними методами, то можна зробити наступний висновок про те, що метод Сімпсона має більш високу точність; для методу Сімпсона потрібно майже вдвічі менше табличних значень функції, порівняно з методом прямокутників і трапецій.

Розглянутий приклад яскраво показує необхідність застосування різних способів розв'язування одного і того ж завдання задля відшукування більш точної відповіді на поставлене запитання.

Список використаних джерел:

1. Грисенко М. В. Математика для економістів: Методи й моделі, приклади й задачі: Навчальний посібник. – К.: Либідь, 2007. – 720 с.
2. Онопрієнко О. В. Предметна математична компетентність як дидактична категорія / О. В. Онопрієнко // Початкова школа. – №11. – 2010. – С.47-49.
3. Освітньо-кваліфікаційна характеристика бакалавра спеціальності 6.050100 – „Управління персоналом і економіка праці” напряму підготовки 0501 – „Економіка і підприємництво”, 2004.

The article substantiates the need for the formation of students of economic specialties of university computing expertise, including skills and abilities to perform approximate calculation of integrals in the solution of practical problems.

Keywords: *students of economic specialties universities, higher mathematics, mathematical competence, computer competence.*

Зеленський О. В., кандидат фізико-математичних наук
ДОПУСТИМИЙ ОРІЄНТОВАНИЙ ГРАФ, ЯКИЙ ОДЕРЖУЄТЬСЯ З m
ПОПАРНО НЕ ЕКВІВАЛЕНТНИХ ЗВЕДЕНИХ МАТРИЦЬ
ПОКАЗНИКІВ З РІЗНОЮ СУМОЮ ЕЛЕМЕНТІВ

У статті знайдені орієнтовані графи, одержувані із скінченної кількості зведених матриць показників. Доведено, що для довільного натурального m існує орієнтований граф, одержуваний із m попарно не еквівалентних матриць показників.

Ключові слова: матриця показників, допустимий сагайдак матриці показників, жорсткий сагайдак.

Один із аспектів теорії кілець – вивчення їх властивостей за допомогою теорії графів. Кожний черепичний порядок повністю визначається своєю матрицею показників і дискретно нормованим кільцем [1]. Багато властивостей таких кілець повністю визначаються їх матрицями показників [2, 3], зокрема, сагайдаки таких кілець [1]. Порівняно недавно матриці показників стали окремим об'єктом вивчення. Нежорсткість допустимого сагайдака, який має хоча б одну петлю, доведено в [4]. Опис деяких класів жорстких сагайдаків започатковано в [6]. В [7] знайдено властивості одиничних циклів та одиничних сагайдаків, зокрема знайдено обмеження для елементів матриці показників одиничного сагайдака. В роботі знайдені майже жорсткі сагайдаки (одержувані з скінченної кількості матриць показників).

Нехай $M_n(Z)$ – це кільце матриць розмірності n з цілими елементами.

Означення 1. [1, с.353]. Матриця $E=(\alpha_{ij}) \in M_n(Z)$, 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 $i = 1, \dots, n$, 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 $E=(\alpha_{ij})$ – зведена матриця показників. Введемо матрицю $E^{(1)}=(\beta_{ij})=E+E_n \in M_n(Z)$, де E_n – одинична матриця. Введемо матрицю $E^{(2)}=(\gamma_{ij}) \in M_n(Z): \gamma_{ij} = \min_k \{\beta_{ik} + \beta_{kj}\}$.

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

Означення 3. [1]. 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^{20} рядка та додати це число до елементів i^{20} стовпчика,

2) Поміняти місцями два рядки і поміняти місцями два стовпчика з такими ж номерами.

Зауваження. Оскільки елементарні перетворення не змінюють суму елементів матриці показників, то матриці показників з різними сумами не еквівалентні.

Означення 4. [1, с.357]. Сагайдак Q називається *допустимим*, якщо існує зведена матриця показників E , така що $Q(E) = Q$.

Означення 5. [5]. Сагайдак $Q=(VQ, AQ)$ називається *зваженим*, якщо визначена функція $\omega: AQ \rightarrow \square$. Функція ω називається *ваговою*, а її значення на стрілці називається *вагою стрілки*.

Сума ваг всіх стрілок шляху називається *вагою шляху*.

Теорема 1. [5] Сильно зв'язний сагайдак $Q=(VQ, AQ)$ є допустимим тоді і тільки тоді, коли існує вагова функція $\omega: AQ \rightarrow \square \cup \{\emptyset\}$, 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.

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

Означення 7. [5]. Вагову функцію, яка задовольняє всі умови теореми 1, будемо називати *допустимою ваговою функцією*.

По сагайдаку Q та допустимій ваговій функції ω можна побудувати матрицю показників $E=(\alpha_{ij}) \in M_n(\mathbb{Z})$ наступним чином: якщо сагайдак Q містить стрілку σ_{ij} то $\alpha_{ij} = \omega(\sigma_{ij})$ в протилежному випадку α_{ij} дорівнює вазі найлегшого шляху із вершини v_i у вершину v_j .

Означення 8. [6]. Допустимий сагайдак Q називається *жорстким*, якщо існує з точністю до еквівалентності єдина зведена матриця показників E така, що $Q(E) = Q$.

Означення 9. Нежорсткий допустимий сагайдак Q , який одержується з скінченної кількості (з точністю до еквівалентності) матриць показників, називається *майже жорстким*.

Майже жорсткі сагайдаки існують. Це доводиться в наступній теоремі.

Теорема 2. Для довільного натурального $m > 1$ існує допустимий сагайдак Q_m , для якого існує рівно m попарно нееквівалентних матриць показників, сагайдак яких співпадає з сагайдаком Q_m .

Доведення. Розглянемо сагайдак Q_m , який має $2(m+1)+1$ вершину та $3m+1$ стрілку, а саме $VQ = \{1, \dots, 2m+3\}$,

$AQ_m = \{ \sigma_{2k-1,2k}, \sigma_{2k,2k+1}, \sigma_{2k+1,2k-1} \text{ для всіх } k=1, \dots, m+1, \sigma_{1,2m+1} \}$, де σ_{ij} — стрілка з вершини i у вершину j .

Для сагайдака Q_m побудуємо m зведених попарно нееквівалентних між собою матриць показників. Відомо, що зведена матриця показників однозначно задається ваговою функцією $\varphi(\sigma_{ij}) \in \mathbb{N} \cup \{0\}$, $\sigma_{ij} \in AQ$, яка задовольняє умови теореми 1. Побудуємо m вагових функцій $\varphi_1, \dots, \varphi_m$ наступним чином:

$$\varphi_p(\sigma_{ij}) = \begin{cases} 1, & i = 2k - 1, j = 2k, \\ 0, & i = 2k, j = 2k + 1, \\ 0, & i = 2k + 1, j = 2k - 1, \\ p, & i = 1, j = 2(m + 1) + 1. \end{cases}$$

Функції φ_p задовольняють всі умови теореми:

1) $\varphi_p(\sigma_{2k-1,2k}) + \varphi_p(\sigma_{2k,2k+1}) + \varphi_p(\sigma_{2k+1,2k-1}) = 1$, тому вершини $2k-1, 2k, 2k+1$ не мають петель.

2) $\varphi_p(\sigma_{12}) + \varphi_p(\sigma_{23}) + \varphi_p(\sigma_{34}) + \varphi_p(\sigma_{45}) + \dots + \varphi_p(\sigma_{2m-1,2m}) + \varphi_p(\sigma_{2m,2m+1}) = m+1 > \varphi_p(\sigma_{1,2m+1})$ (вага шляху більша, ніж вага стрілки).

3) $\varphi_p(\sigma_{2k-1,2k}) + \varphi_p(\sigma_{2k,2k+1}) + \varphi_p(\sigma_{2k+1,2k-1}) \geq 1$,

$\varphi_p(\sigma_{1,2m+1}) + \varphi_p(\sigma_{2m+1,2m-1}) + \varphi_p(\sigma_{2m-1,2m-3}) + \dots + \varphi_p(\sigma_{31}) = \varphi_p(\sigma_{1,2m+1}) \geq 1$ (вага кожного циклу не менше 1).

Побудуємо зведені матриці показників $E_p = (\alpha_{ij}^p) \in M_n(\mathbb{Z})$. Покладемо при $i \neq j$

$$(\alpha_{ij}^p) = \begin{cases} \varphi_p(\sigma_{ij}), & \text{якщо } q_{ij} = 1, \\ \min_{i=i_0, i_1, \dots, i_k=j \text{ — усі можливі шляхи із } i \text{ в } j} \left\{ \varphi_p(\sigma_{i_0 i_1}) + \dots + \varphi_p(\sigma_{i_{k-1} i_k}) \right\}, & \text{якщо } q_{ij} = 0. \end{cases}$$

Тоді за теоремою $Q(E_1) = Q(E_2) = \dots = Q(E_m) = Q_m$. Сума всіх елементів матриці E_k менша, ніж сума всіх елементів матриці E_{k+1} . Тому m зведених матриць показників E_1, E_2, \dots, E_m попарно нееквівалентні між собою.

Покажемо тепер, що інших нееквівалентних матриць показників із сагайдаком Q_m не існує. Нехай $Q_m = Q(E)$ для деякої зведеної матриці показників, $[Q_m] = (q_{ij})$. Доведемо, що E еквівалентна до однієї з матриць E_1, \dots, E_m .

Застосувавши елементарне перетворення першого типу перейдемо від матриці E до еквівалентної E^* з першим нульовим стовпчиком. В сагайдаку Q_m із третьої вершини можна потрапити в першу тільки через стрілку σ_{31} . Тому $\varphi^*(\sigma_{31}) = 0$. Аналогічно із вершини 2 в вершину 1 існує єдиний шлях через σ_{23}, σ_{31} . Тому $\varphi^*(\sigma_{23}) + \varphi^*(\sigma_{31}) = 0$ і тоді $\varphi^*(\sigma_{23}) = 0$. Оскільки вершина 2 не має петлі, то $\varphi^*(\sigma_{12}) + \varphi^*(\sigma_{23}) + \varphi^*(\sigma_{31}) = 1$. Тому $\varphi^*(\sigma_{12}) = 1$.

Абсолютно аналогічно одержується $\varphi^*(\sigma_{2k-1,2k}) = 1$, $\varphi^*(\sigma_{2k,2k+1}) = \varphi^*(\sigma_{2k+1,2k-1}) = 0$, для $k=2, \dots, m+1$.

$$\varphi^*(\sigma_{12}) + \varphi^*(\sigma_{23}) + \varphi^*(\sigma_{34}) + \varphi^*(\sigma_{45}) + \dots + \varphi^*(\sigma_{2m-1, 2m}) + \varphi^*(\sigma_{2m, 2m+1}) = m+1 > \varphi^*(\sigma_{1, 2m+1}).$$

$$\varphi^*(\sigma_{1, 2m+1}) + \varphi^*(\sigma_{2m+1, 2m-1}) + \varphi^*(\sigma_{2m-1, 2m-3}) + \dots + \varphi^*(\sigma_{31}) = \varphi^*(\sigma_{1, 2m+1}) \geq 1.$$

Отже, $1 \leq \varphi^*(\sigma_{1, 2m+1}) \leq m$. Нехай $t = \varphi^*(\sigma_{1, 2m+1})$, тоді $E \approx E^* = E_t$.

Отже, зведених попарно не еквівалентних між собою матриць показників з сагайдаком Q_m рівно m . Теорема доведена.

Висновки. У статті знайдені майже жорсткі сагайдаки. Більш того доведено, що для довільного натурального m , існує сагайдак, який одержується з m попарно не еквівалентних матриць показників

Список використаних джерел:

1. Hazewinkel M. Algebras Rings and Modules, vol. 1/ M. Hazewinkel, N. Gubareni, V.V. Kirichenko – Kluwer Academic Publishers, 2004.- 380 p.

2. Hazewinkel M. Algebras Rings and Modules, vol. 2/ M. Hazewinkel, N. Gubareni, V.V. Kirichenko – Kluwer Academic Publishers, 2007.- 400 p.

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

4. Зеленський О. В. Жорсткі сагайдаки зведених матриць показників / О. В. Зеленський // Вісник Київського університету. Серія: фізико-математичні науки. – 2007. – №3. – С. 27-31.

5. Журавлев В. Н. Допустимые колчаны./ В.Н. Журавлев// Фундаментальная и прикладная математика. Том 14, 2008. 7, с. 121-128.

6. Кириченко В.В. О жестких колчанах / Кириченко В.В., Журавлёв В.Н., Цыгановская И.Н. // Фундаментальная и прикладная математика. Том 12, выпуск 8, 2006. Часть 1. С. 105 – 120.

7. Журавльов В. М. Одиначні сагайдаки матриці показників/ В.М. Журавльов, О.В. Зеленський, В.М. Дармосюк // Вісник Київського університету. Серія: фізико-математичні науки. – 2012. – №4. – С. 27-31.

Author have found quivers derived from an finite number of exponent matrices. Proved that for any natural m , there is a quiver which is derived from m matrix of pairwise not equivalent exponent matrices.. .

Keywords: exponent matrix, admissible quiver, rigid quiver.

УДК 517.5

Ковальська І.Б., кандидат фізико-математичних наук, доцент НАБЛИЖЕННЯ ЦІЛИХ ФУНКЦІЙ В ІНТЕГРАЛЬНІЙ МЕТРИЦІ

Отримано асимптотичні оцінки для верхніх граней відхилень сум Рогозинського від ψ -диференційовних функцій в метриці L_p .

Ключові слова: асимптотичні оцінки, суми Рогозинського, ψ -диференційовність.

Нехай L – простір інтегровних 2π -періодичних функцій, $f \in L$,
 $S[f] = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos kx + b_k \sin kx) = \sum_{k=0}^{\infty} A_k(f, x)$ – її ряд Фур'є і $\bar{\psi} = (\psi_1, \psi_2)$ –
пара довільних числових послідовностей $\psi_1(k)$ і $\psi_2(k)$, $k \in N$, для яких
 $\bar{\psi}^2(k) = \psi_1^2(k) + \psi_2^2(k) \neq 0$, $k \in N$. Розглянемо ряд

$$A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (\psi_1(k) A_k(f, x) + \psi_2(k) \bar{A}_k(f, x)), \quad (1)$$

де A_0 – деяке число, $\bar{A}_k(f, x) = a_k \sin kx - b_k \cos kx$. Якщо ряд (1) для даної
функції $f(\cdot)$ і пари $\bar{\psi} \in$ рядом Фур'є деякої функції $F \in L$, то, згідно [1], F
назвемо $\bar{\psi}$ -інтегралом функції f . Множину $\bar{\psi}$ -інтегралів всіх функцій $f \in L$
позначимо через $L^{\bar{\psi}}$. Якщо \mathfrak{R} – деяка підмножина L , то $L^{\bar{\psi}}\mathfrak{R}$ буде означати
множину $\bar{\psi}$ -інтегралів функцій $f \in \mathfrak{R}$.

Оцінимо верхні грані відхилень сум Рогозинського $R_n(f, x) = \frac{a_0(x)}{2} +$
 $+ \sum_{k=1}^{n-1} \cos \frac{k\pi}{2n} \cdot A_k(f, x)$ від $\bar{\psi}$ -інтегралів у випадку, коли елементи множин $L^{\bar{\psi}}$ є
звуженням на дійсну вісь функцій, регулярних на всій комплексній площині,
тобто цілих функцій. При цьому скажемо, що функції $|\psi_1(\cdot)|$ і $|\psi_2(\cdot)|$ належать
множині F_0 . Отримаємо асимптотичні рівності для величин $E_n(L^{\bar{\psi}}\mathfrak{R})_{L_p} = E_n$
 $(L^{\bar{\psi}}\mathfrak{R})_p = \sup_{f \in L^{\bar{\psi}}\mathfrak{R}} \|\rho_n(f; x)\|_p = \sup_{f \in L^{\bar{\psi}}\mathfrak{R}} \|f(x) - R_n(f, x)\|_p$, де $\mathfrak{R} \subset L^0 =$
 $= \left\{ f \in L(0, 2\pi), \int_{-\pi}^{\pi} f(t) dt = 0 \right\}$, L_p – підмножини функцій $\varphi \in L$, для яких
 $\|\varphi\|_p = \left(\int_{-\pi}^{\pi} |\varphi(t)|^p dt \right)^{1/p}$, $1 \leq p < \infty$ і $\|\varphi\|_{\infty} = \|\varphi\|_M = \text{ess sup} |\varphi(t)|$.

Позначимо $A_n(K)_s = \sup \left\{ \sum_{k=1}^{n-1} k^2 \bar{\psi}(k) B_k(k)_s \right\}$,

$B_k(K)_s = \sup \left\{ \left\| \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \varphi(x-t) \cos kt dt \right\|_s, \varphi \in K \right\}$, де K – деякий клас функцій. В
прийнятих позначеннях справедлива така теорема.

Теорема. Нехай $\pm \psi_1, \pm \psi_2 \in F_0$. Тоді $E_n(L^{\bar{\psi}} S_p^0)_s = \frac{A_n(S_p^0)_s}{n^2} +$
 $+ \bar{\psi}(n) B_n(S_p^0)_s + O(1) \sum_{k=n+1}^{\infty} \bar{\psi}(k)$, $1 \leq p, s \leq \infty$, де $S_p^0 = \{\varphi : \|\varphi\|_p \leq 1, \varphi \perp 1\}$.

Доведення. Якщо $\pm\psi_1, \pm\psi_2 \in F_0$, то ряд $\sum_{k=n}^{\infty} (\psi_1(k) \cos kx + \psi_2(k) \sin kx)$ збігається рівномірно до суми $\Psi(x)$ і ([1]) для $\forall f \in L^{\bar{\psi}}$ майже скрізь має місце співвідношення $\rho_n(f, x) = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f^{\bar{\psi}}(x-t) \Psi_n(t) dt$, де

$$\Psi_n(t) = \sum_{k=1}^{n-1} \left(1 - \cos \frac{k\pi}{2n}\right) (\psi_1(k) \cos kt + \psi_2(k) \sin kt) + \sum_{k=n}^{\infty} (\psi_1(k) \cos kt + \psi_2(k) \sin kt).$$

Оскільки для будь-якого тригонометричного полінома $t_{n-1} \in T_{n-1}$ $\int_{-\pi}^{\pi} \Psi_n(t) \cdot t_{n-1}(x-t) dt = 0$, то $\rho_n(f, x) = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f^{\bar{\psi}}(x-t) - t_{n-1}(x-t) \Psi_n(t) dt$.

Використаємо нерівність Юнга для згортки. Тоді $\|\rho_n(f, x)\|_s = \|(f^{\bar{\psi}} - t_{n-1}) * \Psi_n\|_s \leq \frac{1}{\pi} \|f^{\bar{\psi}} - t_{n-1}\|_p \cdot \|\Psi_n\|_q$, $\forall f \in L^{\bar{\psi}} L_p$, $1 \leq p \leq s \leq \infty$,

$$\frac{1}{q} = 1 - \frac{1}{p} + \frac{1}{s}.$$

Вибираючи в ролі $t_{n-1}(\cdot)$ поліном $t_{n-1}^*(\cdot)$ найкращого наближення в L_p похідної $f^{\bar{\psi}}$, отримуємо $\|\rho_n(f, x)\|_s \leq 4\pi E_n(f^{\bar{\psi}})_p \left(\frac{c_1}{n^2} \sum_{k=1}^{n-1} k^2 \bar{\psi}(k) + c_2 \sum_{k=n}^{\infty} \bar{\psi}(k) \right)$, де $E_n(\varphi)_p = \inf \|\varphi(\cdot) - t_{n-1}(\cdot)\|_p$, $\forall t_{n-1} \in T_{n-1}$, c_1 і c_2 – сталі, що не залежать від p і s .

В [1] показано, що $\sup_{f \in L^{\bar{\psi}} S_p^0} E_n(\varphi^{\bar{\psi}})_p \leq \sup_{\varphi \in S_p^0} \|\varphi\|_p \leq 1$,

$$\left\| \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f^{\bar{\psi}}(x-t) (\psi_1(n) \cos nt + \psi_2(n) \sin nt) dt \right\|_s = \left\| \frac{\bar{\psi}(n)}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f^{\bar{\psi}}(x-t) \cos nt dt \right\|_s.$$

Розглядаючи верхні грані всіх частин $\|\rho_n(f, x)\|_s$, отримуємо E_n

$$(L^{\bar{\psi}} S_p^0)_s = \sup_{f \in L^{\bar{\psi}} S_p^0} \|\rho_n(f, x)\|_s = \sup_{f \in L^{\bar{\psi}} S_p^0} \left\| \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f^{\bar{\psi}}(x-t) \Psi(t) dt \right\|_s = \frac{A_n(S_p^0)_s}{n^2} +$$

$$+ \bar{\psi}(n) B_n(S_p^0)_s + O(1) \sum_{k=n+1}^{\infty} \bar{\psi}(k), \quad 1 \leq p, s \leq \infty.$$

Список використаних джерел:

1. 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, $1 \leq p \leq \infty$ of the Rogosinski sums on the classes $(2\pi$ -periodic) $\bar{\psi}$ -differentiable functions.

Keywords: Rogosinski sums, ordinal estimates, $\bar{\psi}$ -integral.

Кріль С.О., кандидат фізико-математичних наук, доцент
ДВА СПОСОБИ НАБЛИЖЕННЯ ψ -ФУНКЦІЇ ЧЕБИШОВА

У статті розглядаються два способи наближення ψ -функції Чебишева, а саме за допомогою формули Мангольда та з використанням Ейлерового добутку.

Ключові слова: формула Мангольда для $\psi(x)$, дзета-функція Рімана, комплексне інтегрування, асимптотична формула, функція Чебишева.

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

Теорема 9. Нехай $2 \leq T \leq x$. Тоді

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

де ρ – нулі дзета-функції у критичній смугі.

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

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

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

Нехай при фінансованому простому p

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

Дослідимо функцію $\alpha_p(s)$.

$$\begin{aligned} \alpha_p(s) &= (1 - p^{-s})^{-1} = (1 - p^{-\sigma-it})^{-1} = (1 - p^{-\sigma} (\cos t \ln p - i \sin t \ln p))^{-1} = \\ &= p^\sigma \left((p^\sigma - \cos t \ln p) + i \sin t \ln p \right)^{-1} = \\ &= \frac{p^\sigma}{\sqrt{p^{2\sigma} - 2p^\sigma \cos t \ln p + 1}} \cdot e^{-i \operatorname{arctg} \frac{\sin t \ln p}{p^\sigma - \cos t \ln p}}. \end{aligned}$$

Таким чином

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

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

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

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

де B_m — числа Бернуллі.

З іншого боку,

$$\begin{aligned} \alpha_p(s) &= \frac{p^s}{p^s - 1} = \frac{1}{2} p^{\frac{s}{2}} \left(\frac{p^{\frac{s}{2}} - p^{-\frac{s}{2}}}{2} \right)^{-1} = \frac{1}{2} p^{\frac{s}{2}} \left(\frac{e^{\frac{s \ln p}{2}} - e^{-\frac{s \ln p}{2}}}{2} \right)^{-1} = \frac{p^{\frac{s}{2}}}{2} \left(\operatorname{sh} \frac{s \ln p}{2} \right)^{-1} = \\ &= p^{\frac{s}{2}} \left(s \ln p \cdot \prod_{k=1}^{\infty} \left(1 \pm i \frac{s \ln p}{2\pi k} \right) \right)^{-1}. \end{aligned} \quad (1)$$

У цьому випадку отримуємо, що

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

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

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

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

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

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

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

З іншого боку

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

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

$$\text{Тоді } -\frac{\alpha'_p(s)}{\alpha_p(s)} = \frac{\ln p}{p^s} + \frac{\ln p}{p^{2s}} + \frac{\ln p}{p^{3s}} + \dots = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\Lambda_p(n)}{n^s},$$

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

Таким чином,

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

Нехай

$$\begin{aligned} \psi_p(x) &= \sum_{n \leq x} \Lambda_p(n) = \sum_{p^k \leq x} \ln p = \ln p \cdot [\log_p x] = \ln p (\log_p x - \{\log_p x\}) = \\ &= \ln x - \ln p \left\{ \frac{\ln x}{\ln p} \right\}, \quad x \geq 1, \end{aligned}$$

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

Застосуємо до функції $-\frac{\alpha'_p(s)}{\alpha_p(s)}$ метод комплексного інтегрування,

взявши $b > 0$. Отримаємо

$$\begin{aligned} \psi_p(x) &= \frac{1}{2\pi i} \int_{b-i\infty}^{b+i\infty} \left(-\frac{\alpha'_p(s)}{\alpha_p(s)} \right) \cdot \frac{x^s}{s} ds = \frac{1}{2\pi i} \int_{b-i\infty}^{b+i\infty} \left(\frac{1}{s} - \frac{\ln p}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{s \pm i \cdot \frac{2\pi k}{\ln p}} \right) \cdot \frac{x^s}{s} ds = \\ &= \ln x - \frac{\ln p}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{x^{\pm i \frac{2\pi k}{\ln p}}}{\pm i \frac{2\pi k}{\ln p}} = \ln x - \frac{\ln p}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{x^{i \frac{2\pi k}{\ln p}}}{i \frac{2\pi k}{\ln p}} + \frac{x^{-i \frac{2\pi k}{\ln p}}}{-i \frac{2\pi k}{\ln p}} \right) = \\ &= \ln x - \frac{\ln p}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\ln p}{\pi k} \sin \left(\frac{2\pi k \cdot \ln x}{\ln p} \right), \quad x \geq 1. \end{aligned}$$

Таким чином,

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

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

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

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

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

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

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

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

Скориставшись принципом суперпозиції, функцію Чебишова

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

де

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

можна записати таким чином

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

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

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

Порівнюючи отриману рівність з формулою Мангольда, тобто з формулою

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

приходимо до висновку, що основний вклад в простий, єдиний полюс дзета-функції (а отже, й в асимптотичну формулу для функції $\psi(x)$) здійснюють

поетапно центральні полюси $\frac{1}{s}$ функцій $\alpha_p(s)$, $p \leq x$; адже саме ці полюси

породжують основний член асимптотики, — перший доданок x .

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

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

Список використаних джерел:

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

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

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

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

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

The article considers two ways of approaching Chebyshev function $\psi(x)$: using Mangoldt's formula for $\psi(x)$ and Euler product formula.

Keywords: *Mangoldt's formula for $\psi(x)$, Riemann zeta function, complex integration, asymptotic formula, Chebyshev function.*

УДК 550.3:523.31

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

Люба Т.С., асистент*

Рачковський О.М., старший викладач,*

Деркач Т.М.,**

Довганюк М.І.,**

Смірнов О.Е.**

*Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

**Автономний пункт спостереження Національного космічного агентства України

СТАТИСТИКА ЗЕМЛЕТРУСІВ ЗА 2015 РІК

Описано результати реєстрації тектонічних процесів, наведена їх статистика за географією епіцентрів та інтенсивністю.

Ключові слова: *сейсмічні процеси, рух тектонічних плит, землетруси.*

Вступ. Землетруси відносяться до природних стихійних лих, які супроводжуються значними людськими та матеріальними втратами. Зрозуміла природа цього явища – це накопичення механічних напруг у земній корі та верхній мантії, обумовлених деформаціями, які спричиняє рух тектонічних плит. Спроба розробити моделі прогнозування землетрусів не дала бажаних результатів. Ми можемо оцінити з певною ймовірністю місце і магнітуду землетрусу, проте час передбачити неможливо. Україна розміщена на Євразійському щиті і захищена від тектонічних процесів з одного боку Карпатськими горами, а з іншого масивними гірськими утвореннями Криму, Кавказу, Паміру і Тянь-Шаню. Проте, врахування тектонічних процесів для України важливе тим, що на її території працює 15 блоків АЕС, її територією проходять нафто- і газопроводи, потужні лінії електропередач, працюють хімічні підприємства тощо. Будь-які тектонічні процеси руйнівного характеру можуть привести до значних екологічних катастроф. Тому контроль сейсмічних процесів є досить актуальним. На території України

функціонує кілька центрів сейсмічного контролю, підпорядкованих Головному центру спеціального контролю, які неперервно фіксують сейсмічні хвилі.

Причини виникнення землетрусів. Однією з причин виникнення землетрусів є накопичення механічних напруг у земній корі, обумовлених взаємодією рухомих тектонічних плит [1]. За характером взаємодії суміжних плит межі між ними можуть бути віднесені до одного з трьох типів: *дивергентного, конвергентного або трансформного*. Там, де літосферні плити розходяться, простір між ними заповнюється знизу речовиною астеносфери або її виплавками (магмою). Такі межі називаються *дивергентними*. У океанах їм відповідають серединно-океанські хребти з рифтовими зонами на гребнях. Якщо дивергентна межа перетинає материк, то над нею формується континентальна рифтова зона. Там, де літосферні плити сходяться, можливі два випадки. Якщо взаємодіють континентальна й океанська літосфери, то важча і щільніша океанська підсувається під легшу континентальну. У таких місцях виникають спряжені системи глибоководних жолобів з острівними дугами або активними континентальними окраїнами, в межах яких відбувається поглинання океанської літосфери в мантії. Такий процес називається *субдукцією*. Якщо ж плити стикаються континентальними краями, то субдукція неможлива, бо легка континентальна літосфера не може зануритись у мантію [2]. У цих випадках відбувається „торошіння” континентальних плит, яке приводить до утворення молодих гірських масивів. Такий процес називається *колізією*. Субдукційні і колізійні зони відповідають *конвергентним* межам літосферних плит. У геологічній літературі дивергентні межі плит часто називають *конструктивними*, оскільки на них іде нарощення океанської кори, а конвергентні – *деструктивними*, бо на них океанська кора занурюється у мантію на переплавку. Третім типом меж літосферних плит є *трансформний*. На цих межах не відбувається ні нарощення, ні поглинання літосфери – плити лише ковзають одна відносно одної. Вони з'єднують (трансформують) межі двох типів – частіше всього дивергентні, рідше – конвергентні або дивергентні з конвергентними. Аналіз карти тектонічних плит свідчить про наявність у ближній зоні субдукції на межах Турецької та Іранської тектонічних плит, що є важливим для генерації землетрусів у Туреччині, Греції, Румунії (зона Вранча) та Україні [3].

Метод реєстрації тектонічних процесів та їх аналіз. Коливання земної кори реєструються методом вимірювання ЕРС індукції. Чутливі електромагнітні пристрої орієнтовані у напрямках “північ-південь” (вісь X), “схід-захід” (вісь Y) та “зеніт-надир” (вісь Z). За першими координатами визначається напрям на епіцентр та його географічні координати, третя координата дає змогу оцінити глибину фокусу землетрусу. За 2015 рік на Землі зареєстровано 3060 землетрусів, розподіл яких за місяцями показано на рис. 1.

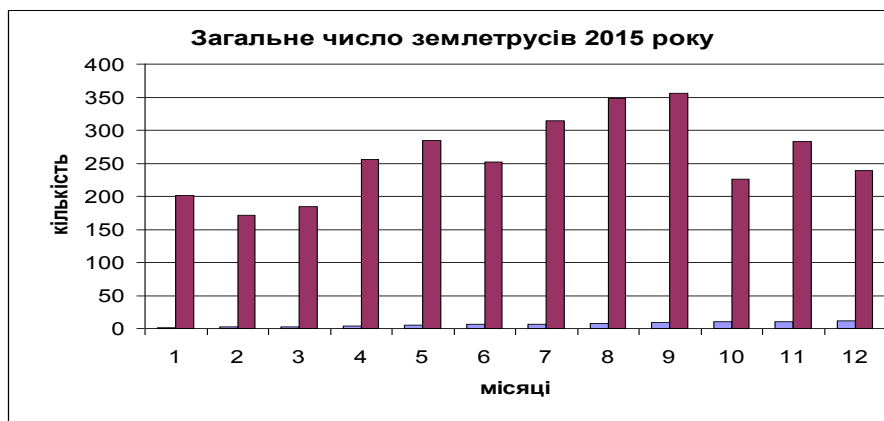


Рис. 1. Місячний розподіл загального числа землетрусів у 2015 році.

У близькій зоні зареєстровано 485 землетрусів, що складає 15,85% їх

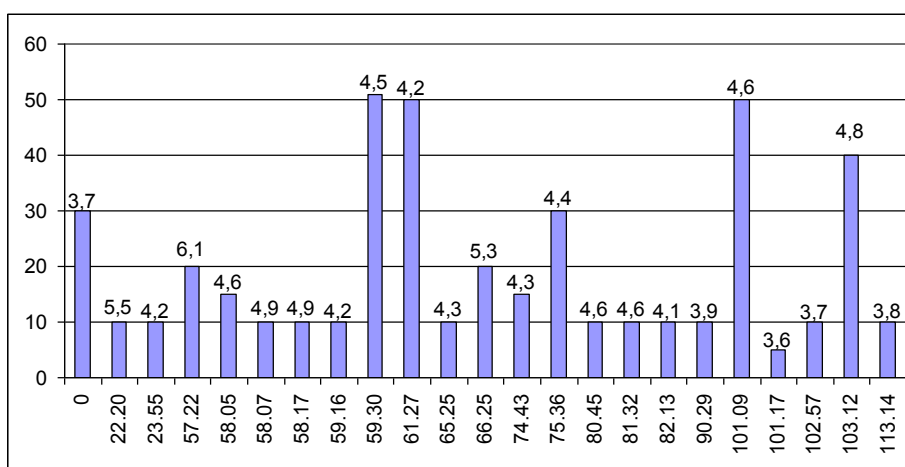


Рис. 2. Серія землетрусів у Греції 19.07.2015 р., вертикальна шкала – глибина фокусу (км), горизонтальна – час (хв.), цифрами над стовпчиками - значення магнітуд.

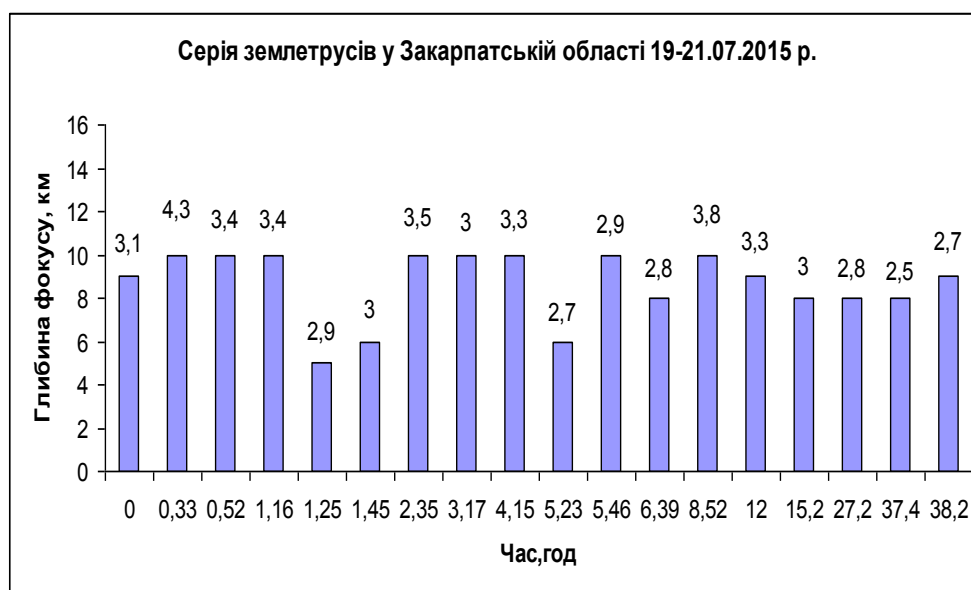


Рис. 3. Серія землетрусів у Закарпатській області, вертикальна шкала – глибина фокусу (км), горизонтальна – час (хв.), цифрами над стовпчиками - значення магнітуд.

загального числа. Зафіксовані серії землетрусів у Греції та Закарпатській області, показані на рис. 2 і 3 відповідно. Цій серії землетрусів, яка почалась 19.07.2015 р. о 10^h 56^m, передував землетрус на межі Румунії й Угорщини о 09^h 27^m з глибиною фокусу 10 км і магнітудою 3,3. По завершенню серії відбувся землетрус на о. Кіпр 21.07.2015 р. о 16^h 29^m з глибиною фокусу 15 км магнітудою 4,3.

Висновок. Звісно, що статистика землетрусів за один рік не дає загального уявлення про їх динаміку. Проте, накопичення такої інформації впродовж тривалішого часу сприятиме кращому розумінню специфіки цих процесів. Дослідження проведені в рамках двосторонньої угоди з автономним пунктом спостереження Національного космічного агентства України.

Список використаних джерел:

1. Криськов Ц.А. Фізика Землі / Ц.А. Криськов. – Кам-Подільський державний університет, 2006. – 152 с.
2. Матер Дж.С. Сейсмические изображения границ литосферных плит / Матер Дж.С. // В мире науки, 1986. -№ 4. - с. 28-39.
3. Особливості тектонічних процесів району Середземного моря / [Аносов М.Д., Білоус В.Б., Криськов Ц.А., Савельєв В.Ю., Тарасов М.О.] //Тези доповідей IV Міжнародної наукової конференції „Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища”. – Київ, 2003. – с. 35-36.

The results of registration the tectonic processes are described, their statistics by geography of epicenter and intensity are provided.

Keywords: seismic activity, the movement of tectonic plates, earthquakes.

УДК 272.853.53

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

Кух О.М., асистент кафедри інформатики

ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ СИСТЕМИ МЕТОДИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ ЗА КОМПЕТЕНТНОСТЯМИ

У статті представлена класифікація професійних компетентностей вчителя фізики, зокрема, розглянута методична компетентність, визначено зміст теоретичної готовності до навчання; виділені технології, за допомогою яких формуються окремі компоненти професійної компетентності вчителя фізики, сформульовані педагогічні умови формування професійної компетентності у майбутнього вчителя фізики.

Ключові слова: компетентність вчителя фізики, формування компетентності.

Сучасні реалії життя, викликані спрямуванням України на європейські орієнтири, диктують інноваційні зміни в освіті: запроваджуються нові освітні стандарти для загальноосвітніх та вищих навчальних закладів, закон «Про вищу освіту» і проект закону «Про освіту» регламентують нові вимоги до

здійснення діяльності освітніх установ і освітнього процесу в цілому, висуваючи нові вимоги до результатів навчання. Все це в різній мірі впливає на взаємозв'язок всіх ступенів освіти. Тому актуальним є питання досягнення проєктованих рівнів якості освіти на всі її етапах через наступність і неперервність навчального процесу в рамках компетентнісного підходу.

На кожному ступені освіти досягається той ступінь освіти, який регламентується освітніми стандартами із формуванням відповідних компетентностей. Після закінчення загальноосвітньої школи учень повинен досягнути визначеного рівня предметних, метапредметних та особистісних результатів а також зформованості предметних, спеціальних і ключових компетентностей. Досягнення учнями проєктованих результатів є основою для наступного навчання у ВНЗ та формування компетентностей бакалавра. Разом з тим, формування компетентностей на рівні «бакалавр» з напрямку «Середня освіта», спеціальності «Фізика», є фундаментом для навчання в магістратурі і формування компетентностей магістрантів. Одержання ступеня магістра за напрямком «Середня освіта» не є кінцевим в системі неперервної освіти при підготовці вчителя фізики. Всі педагогі як середніх, так і вищих навчальних закладів повинні постійно підвищувати свою кваліфікацію, щоб оволодіти інноваціями в навчальному процесі і знати сучасні методи і форми організації і управління ним. Підвищення кваліфікації вчителів, що одержали освіту рівня спеціаліст, необхідно з міркувань оволодіння уміннями і навичками, якими володіють випускники ВНЗ бакалаври і магістри, які підготовлені до нових умов, коли педагог стає

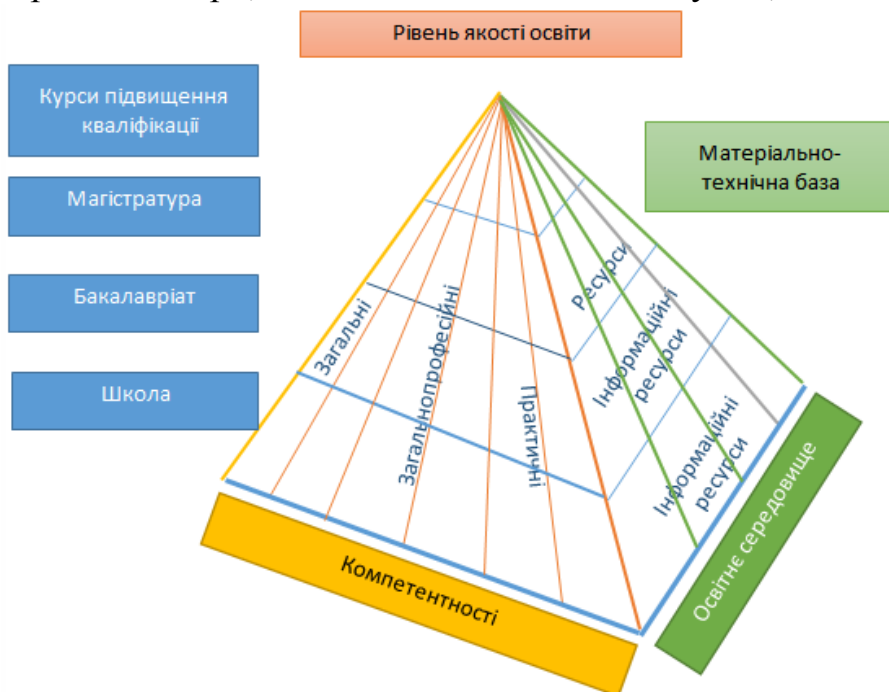


Рис. 1. Піраміда якості освіти при неперервній підготовці вчителів фізики

не джерелом знань, а менеджером освітнього процесу, провідником у світ знань, організатором освітнього середовища. Здійснюючи підготовку на

курсах підвищення кваліфікації, вчителі не тільки здобувають нові знання уміння, навички в своїй професії, але і підвищують свою компетентність.

Усі ступені освіти взаємопов'язані між собою і здійснюють вплив один на одного. Набір компетентностей, що формується на кожному ступені освіти, є основою для наступних етапів підвищення рівня і якості освіти та професіоналізму. Неперервну ступінчасту систему освіти можна подати у вигляді піраміди якості освіти (рис. 1).

Під *пірамідою якості освіти* будемо розуміти систему неперервного зв'язку освітніх, виховних і керівних видів діяльності, які впливають на якість освіти на всіх рівнях освіти, орієнтуються на потреби суспільства і задовольняють споживачів освітніх послуг. Організація системи неперервного освітнього процесу, заданого пірамідою якості, включає можливості зміни напряму траєкторії формування компетентностей, як знизу доверху, так і зверху донизу.

Реалізація представленої на рис. 1 піраміди якості здійснюється нами в умовах інтегрованої системи менеджменту якості освіти, що використовує наскрізний постійний, неперервний моніторинг сформованості компетентностей студентів на різних етапах навчання, з врахуванням динаміки змін траєкторій за рахунок зворотніх зв'язків при позитивних і негативних результатах оцінювання, застосовуючи різні курси, форми звітності і види навчальних занять на основі активних і інтерактивних форм навчання.

Методична компетентність вчителя фізики має яскраво виражений прикладний характер і поєднує систему спеціально-наукових, психолого-педагогічних, дидактико-методичних знань, умінь й особистого досвіду в їхньому застосуванні під час викладання фізики. Виходячи з того, що професійна компетентність вчителя фізики є сукупністю ключових, базових та спеціальних функціональних компетентностей, вважаємо, що методична компетентність, ґрунтуючись на ключових компетентностях, містить базовий та спеціальний компоненти. Дидактико-методична компетентність ґрунтується на певному рівні сформованості теоретико-предметної, психолого-педагогічної компетентності. Базовий компонент стосується загальних основ планування й конструювання навчання, організації й керування діяльністю учнів. Він має бути притаманний вчителю будь-якого фаху, але проектуватися у площину предмету, що викладається. Спеціальний функціональний аспект передбачає наявність фахової підготовленості, знань методик викладання окремих питань курсу фізики та умінь їх застосування тощо.

Класифікація професійно-методичних компетентностей вчителя фізики

Компетентності			
Професійно-діяльнісний компонент			
	Соціальна	Предметна (предметно-теоретична, психолого-педагогічна, дидактико-методична)	Інформаційна
Ключові	Здатність успішно взаємодіяти з іншими; Здатність до співробітництва, до групової та кооперативної діяльності; Здатність розв'язувати конфлікти; Здатність до лідерства; Готовність до ухвалення рішень;	Здатність самостійно набувати нові знання і уміння за фахом Здатність до розв'язування проблем Здатність до планування Здатність складати і здійснювати плани і особисті проекти, Прогнозувати результати педагогічних впливів	Володіння інформаційними технологіями; Спроможність знаходити інформацію; Здатність систематизувати і узагальнювати її; Здатність до критичного мислення відносно інформації, поширюваної масмедійними засобами і рекламою; Здатність застосовувати знання і виявляти інформаційну грамотність
Базові	Соціальна відповідальність за результати своєї професійної діяльності; Здатність успішно взаємодіяти з керівництвом та колегами; Здатність успішно взаємодіяти з учнями;	Наявність стрункої системи наукових знань із педагогіки, психології й готовність до її застосування на практиці; Володіння власне професійної діяльністю на достатньо високому рівні; Спроможність вирішувати типові педагогічні задачі; Здатність оцінювати результати своєї діяльності; Готовність результативно діяти вирішуючи проблемні ситуації, що виникають під час навчання й виховання учнів; Наявність стрункої системи наукових знань дидактики, технологій навчання й готовності до її застосування на практиці; Знання і володіння педагогом специфічними технологіями, методами і прийомами навчання, що забезпечуються реалізацію освітнього процесу на високому професійно-педагогічному рівні досягнення високої якості освіти.	Спроможність знаходити психолого-педагогічну інформацію; Здатність узагальнювати і систематизувати її; Готовність і здатність працювати із психолого педагогічною інформацією;
Функціон альні	Здатність організувати колектив для розв'язання задач професійної діяльності; Здатність залучати учнів до самостійної позашкільної діяльності з фаху;	Наявність стрункої системи наукових знань з природничих і математичних дисциплін й готовність до її застосування на практиці; Спроможність вирішувати типові педагогічні задачі під час навчання учнів фізики; Наявність стрункої системи знань з методики навчання учнів фізики, окремих її розділів, окремих етапів навчання й готовність до застосування її на практиці; Готовність результативно діяти і вирішувати проблемні ситуації, що виникають під час навчання учнів фізики за різними навчально-методичними	Спроможність знаходити методико-фізичну інформацію; Здатність систематизувати і узагальнювати її; готовність і здатність працювати з методичною інформацією фізичного змісту;

	комплектами;	
Компетентності		
Комунікативний компонент		
	Комунікативна	Соціокультурна
Ключові	<p>Володіння сукупністю вербальних і невербальних засобів комунікації;</p> <p>Здатність вступати в комунікацію з метою порозуміння;</p> <p>Загальні комунікативні здібності;</p> <p>Набуття комунікативних навичок та вмінь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Уміння вступати в контакт з незнайомими людьми; - Уміння передбачати виникнення непорозумінь і конфліктів та своєчасно їх розв'язувати; - Уміння поводити себе так, щоб дати можливість іншій людині виявити свої почуття та інтереси; <p>Уміння правильно оцінювати ситуацію; здатність спостерігати за нею, вибрати найбільш інформативні її ознаки й звертати на них увагу, правильно сприймати і оцінювати психологічний зміст ситуації, що виникла</p>	<p>Здатність захищати і дбати про відповідальність права, інтереси та потреби інших, що переважає вміння робити вибір з позиції громадянина, члена сім'ї, робітника, споживача, тощо.</p> <p>Фіксовані прояви гуманістичної етики;</p>
Базові	<p>Наявність стійкого інтересу до педагогічної комунікації, стійкої потреби в систематичному спілкуванні з учнями;</p> <p>Наявність здібностей до педагогічної комунікації;</p> <p>Володіння професійною термінологією та відповідними прийомами професійного спілкування;</p> <p>Готовність до їх виявлення і застосування на практиці;</p> <p>Набуття навичок і вмінь педагогічної комунікації:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Уміння орієнтуватися в комунікативній ситуації педагогічної взаємодії; - Вміння розпізнавати приховані мотиви й психологічно захистити учня; - Вміння розуміти емоційний стан учня; - Уміння передавати інформацію; - Уміння користуватися вербальними та невербальними засобами передачі інформації; - Вміння організувати й підтримувати педагогічний діалог; - Уміння активно слухати учня; <p>Володіння прийомами та засобами розв'язування комунікативних задач</p>	<p>Спроможність ідентифікувати себе з цінностями професійного середовища;</p> <p>Професійна позиція вчителя</p>
Функціональні	<p>Володіння спеціальною фізичною термінологією;</p> <p>Уміння передавати інформацію фізичного змісту;</p> <p>Володіння математичним апаратом для подання інформації фізичного змісту;</p> <p>Уміння користуватися вербальними і невербальними засобами передачі інформації фізичного змісту;</p>	<p>Здатність виділяти і акцентувати увагу на світоглядних, гуманістичних, загальнолюдських проявах предметних знань з фізики в професійному середовищі;</p> <p>Здатність переконувати, відстоювати свою педагогічну позицію аргументуючи історичними фактами;</p> <p>Здатність створювати предметне освітнє середовище з опорою на загальнолюдські цінності;</p> <p>Пропаганда досягнень вітчизняної науки і техніки.</p>

Компетентності			
Особистісний компонент			
	Особиста	Рефлексивна	Творча
Ключові	Здатність до самостійної пізнавальної діяльності: постановка і розв'язання пізнавальних задач; нестандартні вирішення; проблемні ситуації – їх створення і розв'язання; продуктивне і репродуктивне пізнання, інтелектуальна діяльність; Здатність вчитися впродовж життя; Уміння аналізувати ситуацію на ринку праці;	Готовність до професійної рефлексії; Спроможність оцінювати власні професійні можливості; Здібність до подолання криз і професійних деформацій	Здатність до творчості;
Базові	Готовність до реалізації себе в педагогічній діяльності; Володіння прийомами самореалізації й розвитку індивідуальності в рамках професії педагога; Готовність до постійного підвищення кваліфікації; Здатність проектувати свій подальший професійний розвиток;	Прагнення до досконалості педагогічної й адекватна її самооцінка	Знання законів творчої педагогічної діяльності; Уміння конструювати інноваційні форми навчання й виховання, вимірювати їх результативність, вносити необхідні корективи, здійснювати педагогічну інтерпретацію досягнутих результатів; Здатність до пошуку оригінальних варіантів розв'язання професійних завдань;
Функціональні	Стійка потреба в професійному зростанні, передачі педагогічного досвіду; Узагальнення здобутків у наукових та методичних публікаціях та розробках; Самореалізація себе як особистості	Прагнення до досконалості викладання навчального предмету «Фізика» й адекватна самооцінка рівня викладання	Уміння здійснювати конструкторсько-дослідницьку новаторську діяльність в рамках удосконалення викладання навчального предмету «Фізика» в школі; уміння популяризувати фізичні знання, здатність надавати експертну оцінку фізичним явищам та фактам

Методична компетентність вчителя фізики розглядається нами як теоретична і практична готовність до проведення занять з фізики за різними навчальними комплектами, що виявляється у сформованості системи дидактико-методичних знань і умінь з окремих розділів та тем курсу, окремих етапів навчання й досвіду їх застосування (дидактико-методичних компетенцій), спроможність ефективно розв'язувати стандартні та проблемні методичні задачі. Змістом теоретичної готовності є узагальнене уміння педагогічно мислити, що передбачає наявність аналітичних, прогностичних, проектних і рефлексивних умінь.

Розглянемо склад знань та умінь, які мають бути сформовані в майбутнього вчителя фізики для того, щоб він набув методичної компетентності, виділяючи аналітичну, прогностичну, проектну та рефлексивну функції дидактики фізики як навчального предмета. Очевидно, що всі ці вміння базуються на знаннях:

- цілей і завдань навчання фізики;
- особливостей побудови курсу фізики;
- нормативних документів;
- способу побудови календарного планування;

- вимог до підготовки учнів з фізики;
- критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів;
- основних засобів, методів і форм організації навчального процесу;
- можливих структур уроку фізики;
- методичних систем, що реалізовані у чинних підручниках;
- відмінностей цих методичних систем;
- передового педагогічного досвіду вчителів-практиків з проблем організації сучасного уроку фізики та вивчення окремих його тем;
- загальних особливостей використання сучасних навчальних технологій під час навчання фізики;
- порядку вивчення окремих тем курсу фізики
- результатів опанування цими темами;
- традиційної методики вивчення окремих тем;
- інноваційних підходів їх опанування;
- методики і техніки демонстраційного фізичного експерименту;
- методики проведення фронтальних лабораторних робіт;
- організації лабораторного практикуму;
- застосування різних видів наочності, ТЗН, мультимедійних засобів;
- принципів організації та проведення дослідницької роботи учнів в тому числі в рамках МАН(див. таб. 2).

Формування таких знань і вмінь в майбутніх учителів фізики здійснюється в процесі вивчення дисципліни «Методика навчання фізики в основній школі» та «Методика навчання фізики в старшій школі» за допомогою дидактичних (методичних) завдань і сформованого інформаційно-освітнього середовища, що включає активне використання в навчальному процесі: комп'ютерних інформаційних технологій, демонстраційного експерименту, відео-презентацій, Інтернет-ресурсів, міжпредметних уроків, особистісно-орієнтованих технологій і системно-діянісного підходу в навчанні, а також дистанційного навчання. Високий рівень і якість освіти при підготовці вчителів фізики базується на хорошій кадровій (викладачі пройшли стажування) і матеріально-технічній базі (сучасні фізичні лабораторії, цифрові лабораторії, комп'ютерні класи і програмне забезпечення, мультимедійна техніка, перелік електронних посібників, мережа Інтернет). Таким чином, інформаційно-освітнє середовище включає в себе суб'єкт-ресурсний, матеріально-технічний та ідейно-технологічний компоненти.

Таблиця 2.

Готовність майбутнього вчителя фізики

Рівні Вміння	Нижчий	Середній	Вищий
Аналітичні	Аналізувати та осмислювати з метою встановлення і визначення взаємозв'язків між різними компонентами та чинниками, що впливають на ефективність навчання фізики:	Інтерпретувати результати аналізу з метою формулювання пріоритетних педагогічних завдань і знаходження оптимальних способів їх розв'язування; Зміст курсу фізики для певного року навчання, а також зміст	Правильно діагностувати процес навчання учнів фізики: Передовий педагогічний досвід вчителів-практиків з проблем організації сучасного уроку фізики та вивчення окремих його тем; Педагогічні інновації при

	<p>Особливості побудови курсу фізики основної школи 7-9 класи та старшої школи 10-11 класи;</p> <p>Нормативні документи: державний стандарт; програма;</p> <p>Вимоги до рівня навчальних досягнень учнів;</p> <p>Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів;</p>	<p>окремих тем;</p> <p>Методичні системи, що реалізовані у чинних підручниках;</p> <p>Закономірності процесу навчання учнів фізики: основні засоби, методи і форми організації навчального процесу, можливості структури уроків фізики різного типу;</p>	<p>побудові уроку або при вивченні окремих тем;</p> <p>Особливості використання сучасних навчальних технологій під час навчання фізики</p>
Прогностичні	<p>Усвідомлювати мету діяльності у вигляді результату, що передбачається:</p> <p>Формулювання цілей, що діагностуються і завдань навчання фізики;</p> <p>Відбір методів, форм та засобів досягнення освітніх цілей та завдань;</p>	<p>Уявне опрацювання структури і окремих компонентів процесу навчання фізики;</p> <p>Прогнозування педагогічного процесу (освітніх, розвивальних і виховних можливостей змісту курсу для певного року навчання або окремої теми, утруднень учнів в учінні);</p>	<p>Формулювання очікуваних результатів опанування теми або курсу для певного року навчання</p> <p>Прогнозування результатів використання тих або інших методів засобів і прийомів освіти);</p>
Проектні	<p>Проектувати процес навчання фізики:</p> <p>Складання календарного плану з фізики для кожного року навчання;</p> <p>Визначення окремих етапів процесу навчання фізики і завдання характерні для них;</p> <p>Визначення форми і структури освітнього процесу в залежності від сформульованих завдань і особливостей учасників;</p> <p>Відбір форм, методів і засобів навчання і виховання для здобуття якісного педагогічного результату;</p>	<p>Виокремлення завдань, що виникають під час навчання учнів фізики та проектування ходу їх розв'язання обґрунтовуючи способи їх поетапної реалізації;</p> <p>Проектування очікуваних результатів опанування програми для певного року навчання;</p> <p>Проектування процесу навчання фізики з дотриманням вікових та світоглядних чинників підготовки учнів; планування змісту і видів діяльності учасників процесу навчання фізики;</p> <p>Планування системи прийомів, направлених на стимулювання пізнавальної активності школярів;</p> <p>Планування індивідуальної роботи з учнями для надання своєчасної диференційованої допомоги або для розвитку здібностей;</p>	<p>Проектування діагностичних процедур відповідно до критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів з окремої теми;</p> <p>Проектування процесу навчання окремої теми відповідно до вимог стандарту до її опанування;</p> <p>Проектування уроків фізики за різними навчально-методичними комплектами;</p> <p>Проектування пошуково-дослідницької діяльності учнів із врахуванням новітніх педагогічних підходів до організації навчання або опанування окремої теми;</p>
Рефлексія	<p>Контролювати та оцінювати власну діяльність;:</p> <p>Оцінювати правильність сформульованих цілей, їх перетворення (конкретизацію) в ті чи інші завдання;</p> <p>Оцінювання відповідності змісту діяльності учнів поставленим завданням;</p>	<p>Визначення причин успіхів і невдач, помилок і скрути в ході Реалізації поставлених завдань навчання фізики;</p> <p>Контроль ефективності методів, прийомів і засобів педагогічної діяльності, що застосовуються;</p> <p>Оцінювання адекватності вирішуваних пріоритетних завдань необхідним умовам</p>	<p>Оцінювання цілісного досвіду своєї педагогічної діяльності і його відповідності критеріям і рекомендаціям, пропонованих наукою;</p> <p>Оцінювання відповідності організаційних форм, що застосовувалися віковим особливостям учнів, рівню їх розвитку, змісту навчального матеріалу;</p>

Вважаємо, що система навчання побудована на пропонованих засадах сприятиме високій якості методичної компетентності майбутніх учителів фізики.

Список використаних джерел:

1. Соколова Н.Ю. Использование компонентов медиаобразования при изучении квантовой физики: Автореф. дис. ... канд. пед. наук 13.00.02. – М., 2004. – 24с.
2. Любовь Алексеевна Краснова. Технология формирования профессиональной компетентности учителя физики в педвузе : диссертация ... кандидата педагогических наук : 13.00.08 / Краснова Любовь Алексеевна, Елабуга, 2002. – 188 с.
3. Маркова А.К. Психология профессионализма/ А.К.Маркова - М.: "Знание", 1996. -308с.
4. Наукові записки. Випуск 72. Серія Педагогічні науки./Кух А.М. Формування компетентностей в системі ціннісних здобутків учителя фізики - Кіровоград:РВВ КПДУ ім.В.Винниченка. – 2008.- Частина 2. – 283 с.,- С.74-78
5. Скворцова С. О. Професійна компетентність вчителя математики / С. О. Скворцова // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: зб. наук. пр. – Вип. 22 / Редкол.: І. А. Зязюн (голова) та ін. – Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2009. – С. 469-477.
6. Кух А.М. Інтерактивні методи навчання: «мозковий штурм» / Кух А.М., Кух О.М. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: «Проблеми дидактики фізики і підручника фізики та астрономії в контексті міжнародної освітньої парадигми». – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2007. – Випуск 13. – С.157-159.

A concept presented professional competition teachers of physics, in particular, a methodical competence is considered, maintenance of theoretical readiness is certain to teaching of student to physics; technologies are selected which separate of professional competence of teacher of physics is formed by means of, the pedagogical terms of forming of professional competence are formulated for the future teacher of physics.

Keywords: *teacher, professional competence of teacher of physics, forming of competence.*

УДК 616-084: 37

Мендерецький В. В., доктор педагогічних наук, професор
Недільська У. І., кандидат с-г наук, доцент, член-кореспондент МАН
екології і БЖД

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО- ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМІ СУЧАСНОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ОСВІТИ

У статті аналізуються практичні аспекти запровадження інформаційно-телекомунікаційних технологій у навчально-виховний процес. В цій діяльності враховані фундаментальні позиції запровадження ІТКТ у освітніх системах країн світу.

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

Інформаційні та телекомунікаційні технології стали сьогодні інтегративною частиною життя майже кожної людини. Широкомасштабне впровадження інформаційно-телекомунікаційних технологій (ІТКТ) відбувається на тлі значних змін в суспільстві, розвитку технологій та виробництва, економічних, політичних, суспільних та освітніх реформ. Застосування ІТКТ в освіті є поштовхом до зростання якості життя людей через заохочення до процесу навчання та викладання. Починаючи з раннього віку діти намагаються більше дізнаватись про нові технології спілкування та виявляють інтерес до комп'ютерних технологій.

Освітня політика багатьох країн, що активно проголошують розвиток та впровадження ІТКТ в освіті, значно вплинула на професійні якості педагогічної громадськості, зокрема, вчителів, на їх спроможність професійного зростання, розвитку інформаційно-телекомунікаційних компетентностей та здатності застосовувати їх в навчальному процесі. Більшість розвинених країн світу та Європи підтримують політику інтегрування ІТКТ у навчальні програми та вважають за необхідне створювати можливості доповнювати ними педагогічні технології та практику викладання більшості предметів.

Країни-члени Європейського Союзу проголосили приєднання всіх освітніх систем країн ЄС до Лісабонської декларації, яка підтримує загальну тенденцію інформатизації освіти. Єврокомісаром з питань освіти та науки проголошено необхідність оснащення якщо не всіх класів, то всіх шкіл найсучаснішими комп'ютерами та технологіями для того, щоб вчителі могли використовувати дані технології для покращення методів роботи та для того, щоб учні могли розширити власні горизонти пізнання через використання мультимедійних засобів.

Рівень розвитку суспільства за останнє десятиліття, його інформаційно-технологічної бази, дали різкий скачок у розвитку комп'ютерної техніки, технології програмування та появу нових засобів зв'язку, розвиток нових технологій і засобів навчання. Основною ознакою сучасного суспільства стало створення та робота інформаційних мереж: глобальних, локальних, корпоративних та інших. Важливість розвитку та впровадження в систему освіти нових, особистісно орієнтованих інформаційно-комунікаційних технологій в освіті є незаперечною у контексті швидкоплинних процесів розвитку технологій, змін у економіці та соціальній сфері життя країни.

Українська освіта сьогодні стоїть на порозі значних зрушень у розвитку та запровадженні інноваційних технологій для покращення загальної якості освіти. Велика увага приділяється розробці стандартів в освіті завдяки інтеграції України у загальносвітові освітні процеси та мережі. Важливим напрямом розбудови для українських освітян є сфера інформаційної

грамотності та запровадження ІТКТ у всі освітні процеси, починаючи від процесу навчання до процесів управління освітою та моніторингу освітніх результатів. Всі ці процеси є взаємопов'язаними між собою і саме тому вони потребують особливої уваги тих, хто сьогодні приймає рішення щодо вирішення питань покращення якості освіти.

Стан застосування ІТКТ в навчальній сфері в Україні значною мірою залежить від процесів, що відбуваються як на внутрішньому освітньому ринку, так і в міжнародному освітньому просторі. Вплив міжнародних тенденцій на розвиток освітніх процесів в нашій країні є очевидним. Сьогодні українська освіта зробила значні кроки на шляху запровадження міжнародно-прийнятної системи моніторингу навчальних досягнень учнів, розбудова інституту відкритої освіти, розробка низки заходів до впровадження багатомовного навчання та розвитку інформаційно-телекомунікаційної грамотності.

Рівний доступ до інформаційних та телекомунікаційних технологій включає в себе широкий спектр аспектів. Національні програми економічно стабільних країн Європи та світу проголошують впровадження програм розвитку ІТКТ у сферу освітніх послуг як пріоритетний напрям. Адже необхідність досягнення достатнього рівня володіння сучасними інформаційними та телекомунікаційними технологіями є невід'ємною умовою відповідності сучасному ринку праці та суспільним потребам.

Українська освіта сьогодні відчуває нагальну потребу розробки та запровадження ІТКТ, яка відповідає кращим світовим зразкам, що є запорукою вагомому внеску у розвиток стабільності та прогресу вітчизняного суспільства. Сучасне суспільство сьогодні характеризують не тільки як інформаційне суспільство, а більше як мережеве, де важливу роль відіграє спілкування різних зацікавлених кіл через інформаційні мережі за інтересами та потребами. Основними рисами такого суспільства є: децентралізація процесів управління, індивідуалізація навчання, незалежність від часу та простору, розвиток ІТК вмінь приймати рішення.

Обравши шлях на кардинальні реформи, входження до європейського освітнього простору, поліпшення якості освіти, українська освіта потребує приведення всіх її компонентів до загальноприйнятих світових стандартів, що відповідатимуть кращим світовим зразкам, в тому числі і у галузі застосування комп'ютерних технологій.

У цій діяльності потрібно враховувати фундаментальні позиції запровадження ІТКТ у освітніх системах країн світу. Насамперед потрібно пам'ятати, що країни Європейського Союзу проголосили про загальну інформатизацію освітніх систем (Лісабонська декларація). Важливим стратегічним напрямом та пріоритетом європейського співробітництва стало використання мультимедійних та Інтернет технологій в рамках покращення якості освіти. За останніми стратегічними документами країн ЄС, формування інформаційної культури має забезпечити застосування ІТКТ у викладанні та навчанні через всі навчальні програми. Це стосується професійного розвитку вчителів, підтримки розвитку шкільних бездротових

мереж, технічної підтримки та вимог щодо оновлення техніки та програмного забезпечення, а також інформаційного змісту навчання.

Розглядаючи поняття педагогічних технологій, слід звернути увагу, що сучасні засоби навчання та широкий спектр інформаційних технологій надають можливості для вчителя застосовувати в роботі так зване проблемно-орієнтоване навчання у насиченому інформаційному середовищі через практику та досвід в індивідуальному ритмі кожного учня, здійснювати контроль успішності новими інтерактивними методами та урізноманітнити власні педагогічні технології та форми роботи.

В країнах ЄС ставляться певні вимоги до інформаційної грамотності. Країни-члени Європейського Союзу визначили необхідність моніторингу рівнів інформаційної грамотності. Було переглянуто та розроблено необхідні кваліфікаційні стандарти у галузі ІТК грамотності. Наприклад, країни ЄС ввели обов'язковий сертифікат з комп'ютерної грамотності для випускників загальноосвітніх навчальних закладів. В цих країнах запроваджена стратегія: навчання впродовж життя. Було визначено 8 основних галузей ключових компетентностей: (фундаментальні) навички рахування та письма; базові компетентності в галузі математики, природничих науках та технології; іноземні мови; ІТК навички та використання технологій; вміння навчатись; соціальні навички; підприємницькі навички; загальна культура.

Говорячи про доступ до ІТКТ у країнах ЄС варто наголосити, що щорічно в рамках проведення міжнародних досліджень PISA та PIRLS здійснюється моніторинг стану та результатів впровадження ІТКТ у навчальний процес у країнах ЄС. ІТКТ інтегрується в зміст програм та загальних предметів. Все це свідчить про різноманітність підходів вивчення інформаційних і телекомунікаційних технологій у різних країнах згідно можливостей та потреб школи. Щодо висновків Європейської комісії то потрібно пам'ятати, що країни члени Європейського Союзу підготували доповідь щодо внеску ІТКТ у систему освіти – «Використання ІТКТ для підтримки інновацій та навчання впродовж життя.

Основними висновками даної доповіді стали такі:

1. Внесок ІТКТ у освіту та навчання є видимий, але не такий, яким би мав бути. У системі освіти він не відображений у тій мірі, в якій він є у сфері виробництва та громадських служб.

2. Впровадження ІТКТ в освіту потребує змін у всіх педагогічних, технологічних та організаційних засадах.

3. Потенціалом для впровадження ІТКТ є підтримка розвитку всіх типів освіти (формальної, неформальної).

4. В освітніх системах ЄС не відображено достатньо інновацій у сфері ІТКТ.

Пріоритетом для співробітництва країн має стати застосування повного потенціалу ІТКТ у освітній сфері, задоволення потреб у педагогічних, організаційних, технологічних інноваціях через: розвиток інноваційного навчання, включаючи його до змісту освіти та супроводжуючи його через підготовку вчителів та відповідні ресурси; розробку інструментів оцінювання

та стандартів якості навчання, застосовуючи інструменти відкритої освіти; широкого застосування електронних засобів та приладів як можливості підвищення темпів запровадження креативного застосування ІТКТ у навчанні та викладанні.

Слід також зазначити, що розвинені країни, формуючи власну політику у галузі інформатизації, особливу роль відводять саме мережевим технологіям. Мережеві технології є одним із засобів надання рівного доступу до якісної освіти, є невід'ємною складовою освітньої галузі. Зараз у країнах Європи, Канади, США учні можуть отримувати освіту, навчаючись у віртуальних школах, які працюють як у чистому вигляді, (тобто навчання відбувається тільки засобами Інтернету), так і в комбінованому варіанті.

Питання інформатизації серйозно опрацьовується і у нас в Україні та стало напрямком політики у сфері освіти. Створюється мережа пілотних шкіл, що активно використовує інформаційні технології та створює новий стандарт освіти, що стимулює використання ІТКТ.

Завданнями проекту є розвиток вмінь учнів в галузі ІТКТ, створення системи сертифікації компетентностей в галузі ІТКТ та розширення спектру програм закладів додаткової освіти (будинків дитячої творчості, станцій юних техніків).

Питання доступу до ІТКТ в освіті є загальноприйнятою політикою в розвинених країнах світу. Зокрема, країни ЄС формують спільну стратегію інформатизації освіти через партнерство та інвестиції у дану сферу. Україна є частиною даних процесів через партнерство та співробітництво, що сприяє входженню у загальносвітові та європейські інтеграційні процеси.

Порівняльні дослідження досвіду впровадження ІТК навчання у практику європейської освітньої громади дозволяють сформулювати наступні шляхи підвищення ефективності такого типу навчання при впровадженні його до навчальної практики України.

Такими глобальними напрямками в межах педагогічного та психологічного аспектів є:

1. *Технологічний*, що значною мірою стосується технологій педагогічного проектування навчального матеріалу та пов'язаний з інтеграцією матеріалу, представленого сучасними електронними засобами навчання, з традиційними навчальними підручниками. Він також орієнтований на доцільний та зважений вибір інформаційної технології з високим освітнім потенціалом.

2. *Організаційний*, який пов'язаний із створенням інфраструктур оцінки якості електронного навчання та принципово нового стандарту оцінки ефективності навчального процесу у зв'язку із неможливістю порівняння результатів традиційного та електронного навчання. І тут є важливим як розвивати міжнародне співробітництво у галузі підвищення ефективності електронного навчання та ініціювати появу мережних співтовариств для обміну досвідом, так і створювати відповідні національні ресурси, проекти та програми стандартизованої оцінки ефективності електронної освіти.

Необхідним також є формування сприятливих умов для індивідуалізації

та інтенсифікації освітнього процесу в державному масштабі. Важливим є всебічно підтримувати умови для формального та неформального безперервного комплексного навчання, підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації педагогічних кадрів та ініціювання заходів щодо використання інформаційних та телекомунікаційних технологій.

3. *Методичний*, що пов'язаний із можливостями технологій, які дають змогу суттєво розширити діапазон видів пізнавальної діяльності, формуванню його інформаційної та комунікаційної компетентності. А також збереження високої якості міжособистісної педагогічної взаємодії учителів та ефективності спільної діяльності, включення до форм і методів роботи технології педагогічних комп'ютерних ігор.

4. *Психологічний*, який передбачає підтримку процесу комунікації за рахунок узгодження цілей, оптимізації міжособистісної комунікації, а також налагодження та здійснення зворотного зв'язку. Використання потенціалу електронного навчання для суттєвого розширення діапазону видів пізнавальної діяльності, які застосовуються, та вмінь і навичок, що їх отримує учень, що, своєю чергою буде формувати його особистість та орієнтацію на професійну діяльність.

Зрозуміло, що й надалі необхідно проводити серйозні наукові дослідження, які стосуються удосконалення методик навчання з використанням інформаційно-телекомунікаційних технологій в освітніх установах. Потрібний аналіз наявних статистичних та інших кількісних та якісних показників ефективності методик традиційного та електронного навчання. Перехід сучасного суспільства до ери глобальної комп'ютеризації не може не викликати змін у викладанні навчальних предметів, в тому числі фізики. Сучасний світ вимагає від сучасної молоді вміння користуватись комп'ютерною технікою, володіти певними знаннями новітніх інформаційних технологій і застосовувати їх у різних сферах життєдіяльності. А це є завданням педагогічних навчальних закладів на найближчу перспективу.

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, О. М. Павлюк // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету ім. Павла Тичини. – Умань: СПД Жовтий, 2008. – Ч. 2. – С. 18-24/

2. 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 – Кам'янець-Подільський національний університет імені І. Огієнка, 2011. – С. 12-18.

3. Мендерецький В. В. Розвиток освіти в Україні на основі інформаційно-телекомунікаційних технологій / В. В. Мендерецький, У. І. Недільська // Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей: збірник матеріалів

XI міжнародної наукової конференції / [редкол.: П.С. Атаманчук (голов. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня Рута», 2016. – С. 142-143.

This article analyzes the practical aspects of introducing ICT in the educational process. This activity included the introduction ITKT fundamental positions in educational systems around the world.

Keywords: *education, computers, information technology, training activities, professional competence, learning tools.*

УДК 378.016:53 (075.3)

Ніколаєв О.М., кандидат педагогічних наук, доцент
Рубаняк Л.А., вчитель фізики Грушовецького НВК

ПЕРЕВІРКА ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ МЕТОДИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ

У статті здійснюється дослідження теоретичних основ системи методичної компетентності майбутніх вчителів фізики.

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

В ході першого етапу формуючого експерименту ми досліджували стан проблеми формування методичної компетентності майбутніх учителів фізики. З огляду на розроблену структуру методичної компетентності майбутнього вчителя фізики ми проводили дослідження залежно від обраної складової. У ході дослідженні здатності до формування світогляду ми здійснювали порівнювання результатів навчальних досягнень учнів старших класів, студентів першого та другого курсу педагогічних університетів. Доцільність формування інших складових означеної нами системи методичної компетентності ми проводили в ході анкетування студентів третіх, четвертих та п'ятих курсів, а також магістрантів.

Протягом 2010-2012 років нами було проведено анкетування серед студентів перших курсів педагогічних університетів з метою встановлення рівня їхніх навчальних досягнень з шкільного курсу фізики та відповідно обсягу необхідної навчальної діяльності з огляду на специфіку дисципліни "Вибрані питання шкільного курсу фізики". Також нами було проведено аналіз змісту державних стандартів з фізики, діючі навчальні програми та проект навчальної програми з фізики; опрацьовано психолого-педагогічні, науково-методичні літературні джерела щодо тематики дисертаційного дослідження; встановлено розробленість основних аспектів дослідження в роботах науковців та прогнозовані способи формування предметних компетентностей майбутніх учителів фізики. В ході проведення спостережень, спілкування з викладачами та вчителями старших класів, аналізу лекційних, практичних та лабораторних занять з шкільного курсу фізики, а після завершення курсу шляхом опрацювання результатів контрольних та самостійних робіт майбутніх фахівців нами було отримано наступні висновки: переважно низький рівень світоглядних якостей

студентів; значні проблеми з вирішенням фізичних задач, в окремих випадках навіть низького рівня; нерішучість та невміння використовувати найпростіші фізичні прилади (внаслідок недостатнього матеріально-технічного забезпечення шкільних фізичних кабінетів та на цьому фоні виконання експерименту шляхом використання сучасного програмного забезпечення). Нами були виділені з усіх отриманих одні із суттєвих причин, котрі в подальшому спричиняють вплив на результати навчальних досягнень студентів в процесі їхнього фахового зростання.

Для того, щоб більш детально дослідити виявлені причини, були проведені бесіди з студентами Чернігівського національного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка, Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка, Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка, Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, Бердянського державного педагогічного університету, Рівненського державного гуманітарного університету загальною кількістю 565 чоловік.

Щодо аналізу залишкового рівня теоретичних знань студентів перших курсів ми отримали наступні результати. Відповіді на запитання, чи вважають студенти вивчення фізики на уроках під керівництвом вчителя достатнім джерелом нової та сучасної інформації, були отримані такі: 25% вважають, що цілком достатньо активно працювати на уроці та виконувати поставлені вчителем завдання; 56% відзначили, що не всі завдання, які були заплановані, учитель встигає виконати з огляду на різні фактори: потреба в додатковому роз'ясненні, відсутність або невірна робота фізичних приладів, тривале розв'язування фізичних задач з окремими групами учнів, тому потрібно було в ході самостійної роботи додатково опрацьовувати всі заплановані на уроці питання; 16% відзначають, що регулярно відвідували додаткові заняття та вважають, що в умовах шкільного уроку з фізики для успішного засвоєння достатнього обсягу навчального матеріалу необхідно значно збільшити кількість навчальних годин, відведених на вивчення предмету. Також цікавою була інформація, що 86% відзначили постійне використання мережі Інтернет для виконання домашніх завдань та вивчення нового матеріалу; 52% відзначили, що періодично зверталися до однокласників чи батьків за допомогою. На запитання, чи в усіх випадках дітям була зрозуміла навчальна інформація, яку повідомляє вчитель, студенти відповідали наступне: 12 % вважали, що практично завжди розуміли зміст нового матеріалу та хід роздумів вчителя фізики; 75% відмічали, що мало місце відставання від необхідного навчального ритму, виділяючи як причини пропуски занять завдяки різним факторам, прогалини з попередніх тем як фізики, так і інших предметів. Запитання про те, чи задоволені майбутні фахівці рівнем знань з фізики, 2% відповідали ствердно – переважна кількість опитаних відповідала, що в принципі були задоволені до того, як почали навчатись у вищому навчальному закладі, помінявши свою думку протягом перших тижнів. Також значна кількість опитаних студентів (35%) відмічала позитивний вплив формулювання мотивації до

навчання до вивчення фізики, зокрема шляхом наведення зрозумілих прикладів застосування знань з фізики в сучасному житті.

Щодо відношення до лекційних курсів, насамперед переважна більшість студентів (67 %) наводять причини незначної ефективності такого способу подання навчального матеріалу на тій підставі, що автоматичний запис за лектором не дає часу на осмислення навчального матеріалу, теоретичні положення не перевіряються експериментальним шляхом; також частина студентів (33%) вважають, що з майже однаковим успіхом можна опрацювати зміст лекційного матеріалу з використанням розроблених навчальних посібників. Автоматичний запис змісту лекції фіксують як неефективний близько 20% студентів, 30 % студентів вважають нецікавим лекційного способу викладення навчального матеріалу, 25% вважають доцільним для майбутнього викладання фізики в школі наведення історичних фактів та вкладу відомих вчених України. Значна кількість респондентів (55%) вважає за доцільне обов'язковий супровід лекційного матеріалу з фізики та вибраних питань шкільного курсу фізики презентаційними матеріалами, в яких враховані сучасні досягнення та відкриття науки.

Таким чином, ми дістали змогу виділити наступні фактори, які, на думку студентів, під час лекції впливають на активне відношення до неї та, відповідно, на якість знань майбутнього фахівця.

– здійснення мотивації навчальної діяльності майбутнім вчителем шляхом наведення прикладів застосування навчального матеріалу як у повсякденній життєдіяльності людини, так і в конкретній професії;

– обов'язкове використання під час лекцій експерименту;

– наведення історичних відомостей щодо фізичних відкриттів, вклад вітчизняних вчених;

– доступне викладення

– забезпечення мультимедійними засобами, демонстрація віртуальних дослідів, обов'язкове здійснення навчальних демонстрацій та лабораторних робіт.

Проблеми під час вирішення фізичних задач студенти наводять в більшості наступні. Серед основних труднощів під час розв'язування фізичних задач студенти виділяють проблем із усвідомленням ситуації, яка описана в задачі, із аналізом умови задачі, та в більшості з встановленням основних закономірностей для успішного розв'язування (65%). Як загальноприйнятий (але не завжди вдалий) спосіб наводять пошук в підручнику чи іншому джерелі, в Інтернеті готової формули для розв'язування фізичної задачі (71%).

Також наводять інші причини, котрі спричиняють появу труднощів при розв'язуванні. Сюди відносять задачі, які позбавлені життєвого змісту та не викликають в учнів позитивних емоцій та бажання вирішити задачу. Не викликають інтересу до вирішення задачі, у змісті яких використовуються пристрої, котрі будовою, призначенням, взаємодією окремих вузлів та навіть зовнішнім виглядом не завжди відомі учням.

Виділяють як одні із причин труднощі із використанням таблиць, які містять значення фізичних сталих, особливо це стосується збірників задач, де ще використовуються одиниці системи одиниць СГС (58%). Проблеми із здійсненням графічного запису задачі, побудова графічних зображень виділяється як причина виникнення труднощів при розв'язуванні. Виділяють значні труднощі (85%) в ході перетворення одиниць фізичних величин, що дуже часто призводить до невірної відповіді. Отже, на підставі проведеного аналізу ми прийшли до висновку, що з метою успішного вирішення фізичних задач потрібно звернути увагу на наступне:

- проведення детального аналізу задачі, обов'язкове формулювання її змісту своїми словами з метою усвідомлення її змісту;
- акцентування на використанні загальноприйнятих способів вирішення фізичної задачі, які передбачають конкретні алгоритми розв'язку;
- проведення додаткової роботи з операціями по перетворенню одиниць фізичних величин;
- звернення уваги на операції, пов'язані із перетворенням та виведенням кінцевих фізичних формул.

Опишемо результати, отримані внаслідок здійснення аналізу проблем, які виникають під час здійснення навчального фізичного експерименту в старших класах та в ході лабораторного практикуму з вибраних питань шкільного курсу фізики. Серед проблем навчального експерименту в загальноосвітній школі студенти виділяють слабку матеріальну базу (75%); також наводились поодинокі твердження про цілковиту відсутність приладів та відповідно, відсутність найпростіших експериментів; відмічають також учні ситуації із заміщенням виконання фронтальних лабораторних робіт (30%) заняттями з вирішенням фізичних задач. В ході виконання лабораторних робіт значна кількість студентів перших курсів перебуває (за їхніми словами) в дещо шокованому стані з тієї причини, що прилади, виставлені для виконання лабораторних робіт з шкільного курсу фізики, бачить вперше, не кажучи вже про роботу з ними (65%) – причому мова йде про прості та звичні, як на нашу думку, прилади – лабораторні амперметри та вольтметри, реостати, напівпровідникові діоди, блоки живлення, конденсатори, мультиметри та інші засоби фізики. Можливо, такі причини є підставою того, що 75 % студентів вказують, що їм подобається виконувати лабораторні роботи, які передбачені у навчальній програмі дисципліни "Вибрані питання шкільного курсу фізики". Також майже половина опитаних (45%) відзначають як цікаві для виконання експериментальні задачі. Водночас тільки 25% опитаних вказали на обов'язкове виконання завдань, наведених у методичних розробках до лабораторних робіт в ході домашньої підготовки (ми віднесли сюди дослідження відповідних літературних джерел, вивчення теоретичних знань, ознайомлення з ходом виконання роботи та принципом дії відповідного обладнання).

Щодо проведення лабораторних занять з методики навчання фізики, 66% опитаних відноситься позитивно до розробки фрагментів конспектів уроків, одним із складових елементів яких є детальне моделювання

експерименту на уроці. Хоча тільки 10% самостійно погоджуються з доцільністю такого виду роботи, наводячи думку про її безперечну користь (наприклад, таке твердження: "... я вважаю, що це вірно, бо таким чином нас вчать, що говорити, демонструвати та взагалі як поступати в майбутньому на уроці"; або наступне щодо досвіду з використанням приладу Гравезанда "...спочатку, як Ви нас вчили, я повідомила мету досліду та будову приладу. Потім опустила кульку в кільце і запитала, що відбулось. Після відповідей запитала, чому кулька проходить..."). Так слова ми почули від студентки екстернатної форми навчання при захисті лабораторної роботи, зокрема, як вона стверджувала, в кінці досліду в класі була тиша – діти стверджувати спочатку, що це був фокус). Такі результати були одними із додаткових підстав, що переконували нас в вірності розробленої методики проведення лабораторного практикуму в процесі формування компетентних майбутніх учителів фізики (зокрема здатності до здійснення експериментальної діяльності).

Таким чином, в ході пошукового експерименту нами були розроблені та впроваджені:

- навчальні та робочі програми курсів "Вибрані питання шкільного курсу фізики", "Методика і техніка навчального фізичного експерименту", "Методика навчання фізики";

- курсу "Формування компетентнісно-світоглядних якостей майбутнього учителя фізики", основною метою якого є орієнтування навчання на прогнозовані предметні та професійні компетентності в змодельованих та реальних фахових умовах;

- підручники з методики і техніки шкільного фізичного експерименту в основній та старшій школі, посібники з проблем створення освітнього середовища у навчанні.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Дидактика фізики (основные аспекты). Монографія / П.С. Атаманчук, П.И. Самойленко. – Московский государственный университет технологий и управления, РИО, 2006. – 245 с.

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

3. Ніколаєв О.М. Дидактичні основи формування предметних компетентностей майбутнього вчителя фізики: монографія / О.М. Ніколаєв. – Кам'янець-Подільський : ТОВ «Друкарня «Рута», 2015. – 352 с.

In this article the study of theoretical foundations of methodical competence of future teachers of physics.

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

Панчук О.П., кандидат педагогічних наук, доцент
**ПРИНЦИПИ РЕАЛІЗАЦІЇ НЕПЕРЕРВНОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ В
КОНЦЕПЦІЇ "ОСВІТА УПРОДОВЖ ЖИТТЯ"**

У статті розглянуто основні принципи реалізації неперервної професійної освіти в Україні. Встановлено, що неперервна професійна освіта має виступати як цілісна педагогічна система, яка організаційно, змістовно й технологічно забезпечує потребу людини у навчанні, духовному й культурному розвитку, підвищенні професійної компетентності й просто отриманні естетичної насолоди від пізнання всього нового, що відповідає інтересам і запитам особистості.

Ключові слова: професійна освіта, неперервна освіта, концепція.

Здійснення перебудови нашого суспільства, кардинальна економічна реформа, перехід до ринкової економіки викликали необхідність переосмислення і чіткого визначення професійної освіти, конкретизації її мети і завдань з урахуванням нинішніх особливостей і перспектив соціально-економічного розвитку України.

Перехід суспільства з індустріальної стадії розвитку до постіндустріальної, що притаманно сучасності, висуває якісно нові вимоги до професійної підготовки фахівців. Значною мірою це стосується не тільки змісту, форм і методів навчання, а й самого спрямування сучасної професійної освіти на формування здатності фахівців до навчання упродовж життя. Особливо важливим є усвідомлення людиною значущості такого навчання для її професійної мобільності, підтримки власної конкурентоспроможності на ринку праці [6].

Слід підкреслити, що сама ідея неперервної професійної освіти, реалізації концепції "освіта упродовж життя" посідає важливе місце серед сучасних прогресивних освітніх ідей, спрямованих на забезпечення сталого розвитку нашого суспільства та прогресу всього людства у ХХІ столітті [1]. З цього випливає актуальність проблеми створення гнучких механізмів постійного оновлення змісту освіти та технологій неперервного оновлення знань. У контексті неперервної професійної освіти важливо зазначити також проблему стандартизації освітніх інформаційних технологій. Конкретизуємо цю тезу.

Неперервна професійна освіта має виключне значення як для самої особистості, так і для держави.

Щодо особистісного контексту, то неперервна професійна освіта має виступати як цілісна педагогічна система, яка організаційно, змістовно й технологічно забезпечує потребу людини у навчанні, духовному й культурному розвитку, підвищенні професійної компетентності й просто отриманні естетичної насолоди від пізнання всього нового, що відповідає інтересам і запитам особистості.

Щодо державного значення, то неперервна професійна освіта забезпечує стабільність розвитку суспільного виробництва, є засобом розширеного відтворення його інтелектуального, духовного і культурного потенціалу, а тому має стати пріоритетом соціальної державної політики.

Слід виділити якісно нові аспекти дослідження проблем неперервної професійної освіти у сучасній педагогіці [4]:

– неперервна професійна освіта сьогодні охоплює не тільки всі традиційні компоненти освітніх систем, а й неформальну освіту, самоосвіту, освіту дорослих;

– навчання людей з різним життєвим і професійним досвідом, різними ціннісними орієнтаціями не може забезпечуватися лише простим механічним перенесенням попередніх досягнень педагогічної науки і практики у нові умови.

Отже, неперервна професійна освіта потребує нового теоретико-методологічного і методичного забезпечення з боку педагогічної науки, оскільки вона за цілою низкою ознак відрізняється від традиційної системи освіти.

Які ж основні завдання професійної освіти в сучасних умовах? [4].

1) створення умов для набуття кожною людиною професії і включення її в суспільно-корисну, продуктивну працю відповідно до її інтересів та здібностей;

2) задоволення поточних та перспективних потреб народного господарства в кваліфікованих, конкурентноздатних робітниках, що мають широкий політехнічний кругозір, професійну мобільність, загальну культуру;

3) забезпечення перепідготовки робітничих кадрів, підвищення їхньої кваліфікації відповідно до сучасних вимог науково-технічного розвитку та потреб виробництва, які швидко змінюються.

Звертаємося до основних принципів професійної освіти:

- гуманізація;
- демократизація;
- науковість її змісту;
- поєднання навчання з продуктивною працею;
- наступність із загальною середньою і вищою освітою.

Гуманізація – один з важливих факторів соціального і духовного оздоровлення суспільства – принцип сучасного розвитку профосвіти [2].

Названі принципи спрямовуються на те, щоб сформувати у майбутніх трудівників робітничу честь, людяність, порядність, доброту і милосердя, прагнення допомогти своїм ровесникам та старшим.

Важливим принципом концепції є також поєднання навчання з продуктивною працею майбутніх робітників.

Важливе значення для майстрів, як і інших інженерно-педагогічних працівників, має вимога постійного оновлення змісту професійної освіти. Це створює можливості для творчої діяльності майстрів виробничого навчання, формування в учнів професійної майстерності.

Провідні принципи, на яких побудована концепція, знайшли своє відображення в ряді важливих положень [1].

1. Наступність і взаємозв'язок загальної, професійної і вищої освіти яке ланок системи безперервної освіти.

2. Неперервність розвитку професійно-освітнього комплексу відповідно до потреб особи та сучасних вимог до неї; випереджувачий характер професійної підготовки в порівнянні з науково-технічним рівнем виробництва.

3. Різноманітність організаційних структур, типів навчальних закладів, у т.ч. професійно-технічні, професійно-художні, професійно-торговельні, вищі професійні училища, центри підготовки та перепідготовки робітників.

4. Диференціація освітнього процесу, що передбачає багатоваріантність і гнучкість в конструюванні змісту, форм методів і засобів навчання та виховання з врахуванням національних особливостей і традицій, специфіки підприємств, для яких здійснюються підготовка робітничих кадрів.

5. Децентралізація функцій управління системою навчальних закладів при одночасному здійсненні єдиної державної політики в галузі професійної освіти.

Концепцією визначено три цикли навчальних предметів [5]:

Професійно-технічний цикл включає загально технічні і спеціальні предмети та виробниче навчання. Спрямований на формування робітника широкого профілю і на спеціалізацію з конкретних видів робіт. Кожна група навчальних предметів проф.-техн. циклу формується в залежності від складності професій; термінів навчання.

Природничо-науковий цикл є диференційованим за змістом залежно від освіти і рівня підготовки учнів, профілів професійної підготовки, можливості здобування в училищі загальної середньої освіти. Перенесення змісту освіти середньої загальноосвітньої школи в училища виключається.

Гуманітарний цикл базується на базі освіти, здобутої за програмами основної або повної середньої школи, і спрямований на оволодіння учнями загальнолюдськими цінностями, подальший духовний саморозвиток. Поряд з іншими предметами він включає українську мову й літературу, історію та географію України, дає знання про її суспільний і державний устрій, міжнародне становище, про населення, природні умови і ресурси, економіку, науку, народну творчість, звичаї, традиції народів, що проживають у різних регіонах.

Визначені цикли змісту професійної освіти тісно пов'язані між особою.

Концепція виходить з того, що необхідний рівень професійної освіти майбутніх фахівців забезпечується широтою профілю підготовки, відповідним рівнем кваліфікації, та їхньою спеціалізацією під час виробничого навчання - в цехах, бригадах тобто на конкретних робочих місцях підприємства. При цьому зростає значення наступності, ускладнення навчально-виробничого процесу, його ступінчастості та поетапної атестації учнів.

Однією з особливостей навчально-виховного процесу в сучасних умовах є те, що заклади освіти мають право самостійно обирати форми і методи організації навчально-виховного процесу, а педагогічні працівники

самостійно визначати засоби і методи навчання і виховання учнів з урахуванням положень загальної педагогіки та методики навчання.

Список використаних джерел:

1. Закон України «Про професійно-технічну освіту» від 10 лютого 1998 року № 103/98-ВР на офіційному сайті Верховної Ради України.
2. Концепція розвитку професійної освіти і навчання в Україні (2010-2020 рр.), проект.
3. Концепція розвитку професійно-технічної (професійної) освіти в Україні // Освіта України. — 7-14 липня. — 2004.
4. Ничкало Н.Г. Професійно-технічній освіті - державну політику та науково-педагогічне забезпечення //Нові технології навчання: Наук. метод. зб. Вип. 15. - К., - 1995.
5. Професійна освіта: словник. Навч. посіб. / уклад. С. У. Гончаренко та ін.; за ред. Н. Г. Ничкало. — К. : Вища школа, 2000. — 380 с.
6. Торба Ю. І. Педагогічна підготовка викладачів спеціальних та загальнотехнічних дисциплін і майстрів виробничого навчання ПТНЗ у системі післядипломної освіти. Навчально-методичний посібник. — Донецьк: ДІПО ІПП, 2005. — 40 с.

In this article the basic principles of the continuous professional education in Ukraine. Established that continuous professional education should act as a complete educational system that organization, content and technology provides human need in education, spiritual and cultural development, professional competence and just getting aesthetic pleasure from the knowledge of all that is new, the interests and needs of the individual.

Keywords: professional education, lifelong learning concept.

УДК 372.853.53

Петришена В.М., студентка 4-го курсу фізико-математичного факультету
Кух А.М., кандидат педагогічних наук, доцент, професор кафедри методики викладання фізики і дисциплін технологічної освітньої галузі
ВИКОРИСТАННЯ КОНСТРУКТОРА ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ДЛЯ ОЗНАЙОМЛЕННЯ УЧНІВ З ОСНОВАМИ ЕЛЕКТРОНІКИ

Розглянуто особливості використання педагогічних програмних засобів для ознайомлення учнів загальноосвітньої школи з основами електроніки.

Ключові слова: віртуальний конструктор, електричні схеми, електроніка.

Актуальність проблеми. Сьогодення освітнього процесу в загальноосвітній школі характеризується широким залученням інформаційних і мультимедійних технологій, які покликані наочно продемонструвати переваги науково-технічного прогресу. Різного роду педагогічні програмні засоби (ППЗ) допомагають не тільки організувати навчальний процес при відсутності необхідної елементної бази, але й зацікавити учнів до вивчення фізики, електроніки, радіотехніки тощо.

Одним з таких ППЗ є «Початки електроніки» – мультимедійний додаток, що є віртуальним електронним конструктором, який дозволяє збирати різноманітні електричні схеми пристроїв і спостерігати за режимом

роботи будь-якого вузла схеми, знімаючи покази напруги і змінного струму, підключаючи відповідні прилади. «Початки електроніки» - безкоштовна програма-конструктор, для школярів і студентів, які тільки починають освоювати курс електроніки. У процесі своїх досліджень учень може користуватися сучасними вимірювальними приладами, моделювати роботу різних електричних схем та приладів.

Конструктор можна також використовувати в рамках його можливостей для постановки завдань у самостійній творчій роботі учнів. Ця навчальна програма дозволяє досліджувати особливості роботи схем, а також виконати вимірювання електричних величин подібно до того, як це відбувається в реальному експерименті. Особливість конструктора - це максимальна реалістичність імітації реальних електричних процесів в наочному вигляді. Всі деталі на робочій поверхні конструктора наводяться в їх реальному вигляді.

Метою даної статті є опис можливостей електронного конструктора «Початки електроніки» для ознайомлення учнів 8 класу із початками електроніки.

Ступінь вивчення проблеми. Проблемі використання інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі присвячені числені дослідження науковців О.М.Бондаренко, В.Ф.Заболотного, Г.О.Козлакова, О.А.Міщенко, О.П.Пінчук, Ю.О.Жука та ін. Розробкою та впровадженням ІКТ в навчальний процес школи активно займаються Дмитрієва К.І., Новиков С.У., Політов Т.А. та багато інших. Однак, питання вивчення основ електроніки за допомогою ППЗ в педагогічній літературі представлено досить вузько.

«Початки електроніки» - мультимедійний додаток, який дозволяє імітувати роботу із збирання різноманітних електричних схем пристроїв і спостерігати за режимом роботи будь-якого вузла схеми, знімаючи покази напруги і змінного струму, підключаючи відповідні прилади. У процесі своїх досліджень учень може використовувати цифровий мультиметр і двоканальний осцилограф.

Програма «Початки Електроніки» дозволяє вивчити:

- закони паралельного та послідовного з'єднання котушок, провідників і конденсаторів;
- закони постійного струму - закон Ома для ділянки кола і закон Ома для повного кола;
- закони виділення теплової енергії в електронагрівальних та освітлювальних приладах, принципи узгодження джерел струму з навантаженням;
- залежності опору провідників від довжини, поперечного перерізу і питомого опору матеріалів;
- принципи застосування запобіжників в електронних схемах;
- принципи створення електричних фільтрів;

– досліджувати явище резонансу в ланцюгах з послідовним і паралельним коливальним контуром;

– освоїти принципи проведення вимірювань струму і напруги в електронних схемах за допомогою сучасних вимірювальних приладів (мультиметр, осцилограф);

– вимірювати ємнісні та індуктивні опори, їх залежність від частоти генератора змінного струму і номіналів деталей в ланцюгах змінного струму.

Створені схеми можна зберігати в спеціальний файл, щоб була можливість повернутися до побудованої схеми. Для користувачів пропонується довідник з формулами і законами, завдання для лабораторних робіт і докладний довідник для роботи з програмою.

Характерною особливістю конструктора є максимальна імітація реальних електричних процесів в наочному вигляді. Всі деталі робочої поверхні конструктора наводяться в реальному вигляді. При перевищенні потужності силові деталі згорають і приймають вид реально згорілої деталі.

Програма була написана співробітниками Казахського Державного Національного Університету імені Аль-Фарабі під керівництвом доцента кафедри теплофізики та технічної фізики Кашкарова Володимира Васильовича. Перша версія конструктора «Початки Електроніки» побачила світ у 2000 році.

Програмний комплекс «Початки Електроніки» розповсюджується безкоштовно і вільно. Додаток містить короткі правила роботи, довідкові матеріали, що стосуються електричного струму і елементів електричних ланцюгів, ряд лабораторних робіт для виконання. Крім того разом з конструктором поширюється безліч файлів з уже готовими схемами.

Програма представлена на двох мовах - російською та англійською.

Лабораторний комплекс «Початки Електроніки» не вимогливий до ресурсів комп'ютера і працює під управлінням операційної системи Microsoft Windows. Для підтримки аудіо ефектів необхідна звукова карта.

Розглянемо постановку лабораторних робіт віртуального практикуму з вивчення електричних кіл. Практикум включає 8 робіт, які охоплюють матеріал кількох тем, а саме «Закон Ома», «Паралельне і послідовне з'єднання провідників», «Змінний струм».

Система лабораторних робіт подана в таблиці 1.

Таблиця 1.

Система лабораторних робіт віртуального практикуму з основ електроніки

№	Тема	Кількість годин
1	Вивчення залежності опору реальних провідників від їх геометричних параметрів та питомих опорів матеріалів.	2
2	Дослідження опорів провідників при паралельному і послідовному з'єднанні.	2
3	ЕРС і внутрішній опір джерел постійного струму. Закон Ома для повного кола.	2
4	Дослідження складних ланцюгів постійного електричного струму.	2

5	Потужність в ланцюзі постійного струму	2
6	Принципи роботи плавких запобіжників в електричних ланцюгах	2
7	Елементи ланцюгів змінного струму. Ємнісний і індуктивний опори, їх залежність від частоти змінного струму і параметрів елементів	2
8	Явище резонансу в колі змінного струму	2

Розглянемо постановку лабораторної роботи на прикладі

Тема: Вивчення залежності опору реальних провідників від їх геометричних параметрів та питомих опорів матеріалів.

Мета: визначити питомий опір провідника і порівняти його з табличним значенням.

1. Короткий теоретичний опис

Німецький фізик Георг Ом (1787-1854) в 1826 році виявив, що відношення напруги U між кінцями металевого провідника, що є ділянкою електричного кола, до сили струму I в ланцюзі є величина постійна:

$$R = \frac{U}{I} = const \quad (1)$$

Цю величину R називають електричним опором провідника. Електричний опір вимірюється в Омах. Електричним опором 1 Ом має таку ділянку ланцюга, на якому при силі струму 1 А напруга дорівнює 1 В:

$$1 \text{ Ом} = \frac{1 \text{ В}}{1 \text{ А}}$$

Досвід показує, що електричний опір провідника прямо пропорційний його довжині L і обернено пропорційно площі S поперечного перерізу провідника:

$$R = \rho \frac{L}{S}; \quad (2)$$

Постійний для даної речовини параметр ρ називається питомим електричним опором речовини. Питомий опір вимірюється в Ом·м.

2. Порядок виконання роботи

2.1. Зберіть на монтажному столі електричну схему, показану на рисунку:

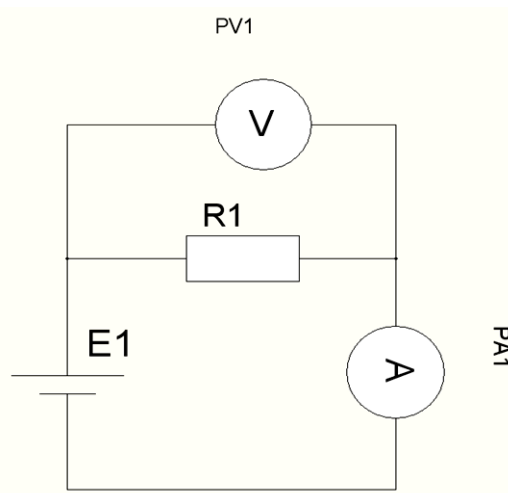


Рис. 1. Досліджувана схема

2.2. Виберіть матеріал провідника - нікель, встановіть значення довжини і площі поперечного перерізу: $L = 100$ м; $S = 0.1$ мм²;

2.3. Визначте експериментально за допомогою мультиметра напругу на провіднику. Для цього необхідно підключити паралельно провіднику мультиметр в режимі вимірювання постійної напруги, дотримуючись полярності. Запишіть показання мультиметра.

2.4. Визначте експериментально за допомогою мультиметра силу струму в ланцюзі.

Увімкніть мультиметр в режимі вимірювання постійного струму послідовно в ланцюг, дотримуючись полярності. Запишіть показання мультиметра.

2.5. Розрахуйте опір провідника за формулою (1).

2.6. Визначте питомий опір нікелю за формулою (2).

2.7. Виконайте пункти 2.3 - 2.6. змінюючи довжину, але, не змінюючи площа поперечного перерізу і матеріал провідника.

2.8. Результати вимірювань занесіть в таблицю:

№ досліджу	Довжина, м	Напруга, В	Сила струму, А	Опір, Ом	Питомий опір, Ом/м
1				2	
2				4	
3				6	
4				8	
5				10	

2.9. Знайдіть середнє значення питомої опору і порівняйте його з табличним значенням.

2.10. Виміряйте опір провідника безпосередньо за допомогою омметра. Порівняйте отримані результати.

Сформулюйте висновки по виконаній роботі.

Отже, за допомогою ППЗ «Початки електроніки» можна розвинути в учні допитливість, гнучкість мислення, пам'ять, цілеспрямованість, уміння передбачати. Навчальний характер творчої технічної діяльності дітей висуває на перший план не результати, а лише підготовку школярів до цієї діяльності в майбутньому. Основною метою творчості діяльності учнів є набуття ними досвіду практичної роботи з конструювання технічних об'єктів. Програма «Початки електроніки» проста і зрозуміла у використанні завдяки графічному інтуїтивному інтерфейсу. З її допомогою можна за короткий час опанувати базовими знаннями з фізики, за темою «Електродинаміка».

Список використаних джерел:

1. Касаткин А. С. Электротехника / А. С. Касаткин, М. В. Немцов. – М: Энергоатомиздат, 1983. – 440 с.

2. Програма – електронний конструктор електрических схем «Начала Электроники», Учебная Лаборатория Компьютерного Моделирования механико-математического факультета НИИ механики и математики Казахского Государственного Национального университета им. аль-Фарабиж. Режим доступа <http://elektronika.newmail.ru>.

3. Некрасов А. Г. Физика. Все для учителя! / А. Г. Некрасов. – М: Наука, 2013. – №2(26),-с.32.
4. Аленицын А. Г. Краткий физико-математический справочник / А. Г. Аленицын, Е. И. Бутиков, А. С. Кондратьев. – М: Наука, 1990. – 386 с.
5. Кабардин О. Ф. Физика: Справочные материалы / О. Ф. Кабардин. – М: Просвещение, 1991. – 367 с.
6. Начала электроники 1.2 - Электронный конструктор [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.ex.ua/12145929>.
7. Начала Электроники 1.2 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу <http://www.softportal.com/software-12305-nachala-lektroniki.html>.
8. Программа для начинающих электронщиков [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.youtube.com/watch?v=IN622L71Fq8>.

The features of the use of educational software for secondary school students acquainted with the basics of electronics.

Keywords: design, designer, lesson interactivity

УДК 378.016:53

Поведа Т. П., кандидат педагогічних наук, доцент
ПІДГОТОВКА МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ДО ВИКОРИСТАННЯ
ТЕСТОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАННІ

В статті виділено окремі аспекти проблеми підготовки майбутнього фахівця до створення якісних тестів. Описано переваги та недоліки тестової перевірки знань; основні умови ефективної розробки тестових завдань; наведено вимоги до якісного формулювання тестових завдань і відповідей на них, оцінки тестових завдань; запропоновано поетапні рекомендації щодо конструювання якісних тестів.

Ключові слова: тестові технології, тест, майбутній фахівець, навчання.

Тестові технології набувають все більшого розповсюдження в освіті. Спочатку їх активного впровадження складалося враження, що вони допоможуть вирішити якщо не всі, то принаймні значну частку проблем, пов'язаних з якістю освіти та об'єктивністю оцінювання. Але зараз стає зрозумілішим, що, як і будь-який інший інструмент, вони мають свою обмежену сферу застосування, мають як певні переваги перед іншими засобами контролю, так і істотні недоліки.

Вагомим засобом, що слугує для оцінки якості знань і поліпшення ефективності навчального процесу, є **моніторинг**. Це досконалий механізм спостереження за процесом удосконалення учнями та студентами власних знань, умінь, навичок та своєчасного, оперативного реагування щодо корекції результатів навчання. З огляду на це моніторинг навчальних досягнень ніби поєднує водночас функції процесів діагностики, контролю та оцінювання навчальних досягнень. У світовій практиці ефективним, найпоширенішим та інноваційним методом контролю навчальних досягнень учнів та студентів вважають **тестування**.

Метою цієї статті є аналіз деяких проблем, пов'язаних із застосуванням тестових технологій в навчанні, насамперед проблем, пов'язаних з

підготовкою студентів-майбутніх учителів до розробки тестових завдань з фізики.

Тестологія як теорія і практика тестування існує більше 120 років. За цей час накопичений достатній досвід використання тестів. Основи теорії педагогічного тестування докладно викладено у працях В.С. Аванесова [1], В.С. Кіма [3], М.Б. Челишкової [5]. Корисні методичні рекомендації зі складання тестових завдань знаходимо у працях вітчизняних науковців – Булах І. Є. [2], В.П. Сергієнка [4] та ін.

Існують різні визначення педагогічних тестів, але суть їх однакова. Зокрема, згідно з визначенням В.С. Аванесова «Педагогічний тест – це система паралельних завдань зростаючої складності, специфічної форми, що дає змогу якісно й ефективно оцінювати рівень та структуру підготовленості учнів» [1]. За визначенням В.С. Кіма «Педагогічний тест – це система тестових завдань різної складності, яка дає змогу якісно й ефективно вимірювати рівень та структуру підготовленості випробуваних» [3]. Проаналізувавши наукову літературу з проблеми тестування, можемо стверджувати наступне: для досягнення різних цілей потрібні різні тести; якісний тест має розроблятися згідно з певними правилами, що забезпечують його якість, зокрема передбачають перевірку цієї якості; навіть хороший тест дає результати, придатні для певного усередненого учня, але результати тестування окремих учнів можуть виявитися істотно помилковими.

Проблема якості тестів особливо гостро постала з уведенням в освітній простір України зовнішнього незалежного тестування. Зрозуміло, що вимоги до тестів від яких залежить доля тих, хто збирається вступати у вищі навчальні заклади надзвичайно високі. Хоча, як знаємо, і ці тести не є бездоганними.

Педагогічна практика засвідчує, що тестування як один з методів контролю оволодіння знаннями, уміннями й навичками має **важливі переваги над традиційними методами**: упродовж обмеженого часу можна перевірити якість знань, умінь у достатньої кількості студентів; контроль знань, умінь, навичок можливий на необхідному, заздалегідь запланованому рівні; реальним є самоконтроль студентами власної навчально-пізнавальної діяльності; порівняно з традиційними підходами знання студентів оцінюють об'єктивно; увага студента фіксується не на формуванні відповіді, а на осмисленні її суті; створюють умови для постійного зворотного зв'язку між студентом і викладачем.

Проте тестовий контроль знань має й **істотні недоліки**: ймовірність випадкового вибору правильної відповіді; можливість оцінки тільки кінцевого результату (правильно-неправильно) у тестах закритого типу, у той час як сам процес, що привів до нього, не розкривається; стандартизація мислення без врахування рівня розвитку особистості; велика затрата часу на складання необхідного «банку» тестів, їхніх варіантів, трудомісткість процесу; відсутність розвитку мовлення; іноді невідповідність навчальним цілям.

Однак, слабкі сторони тестування можна подолати шляхом вдосконалення процедури підготовки тестів і чіткого окреслення дидактичних цілей, яким повинні відповідати контрольні завдання. До основних умов ефективної розробки тестових завдань відносять [3]:

- дотримання взаємозв'язку та взаємодоповнення;
- впорядкування за логікою або рівнем складності;
- дотримання уніфікованості, звичності, зручності форми тесту;
- застосування загальновідомих термінів, понять, що відповідають вимогам програми;
- дотримання послідовності розміщення тестових завдань за принципом – від простого до складнішого;
- досягнення стислості та лаконічності у формулюванні.

Ще до процедури складання ЗНО учні складають пробне тестування та велику кількість тестів з різних предметів у школі. Кожен вчитель у своєму арсеналі має готові варіанти тестів з різних тем, набори варіантів тестових самостійних робіт, контрольні тести. Проте, інколи доводиться зустрічатися з тестами, які складені без дотримання елементарних правил, які несуть помилкову інформацію для учнів чи «заплутують» його. Поставлене запитання та випадковим чином запропонованим набором відповідей на нього не можна назвати якісним тестовим завданням. Розробка тестових завдань – трудомістка і нелегка справа, оскільки тест має відповідати певним вимогам, які є важливими для моніторингу якості навчання. Якісний тест здатен виконати всі покладені на нього функції: *діагностичну* – виявляє рівень знань, оцінює розумові здібності; *навчальну* – стимулює пізнавальну активність, спрямовану на опанування знаннями і компетенціями; *виховну* – дисциплінує учнів, допомагає виявити й подолати прогалини у навчанні, формує інтерес до навчальної дисципліни, а також прагнення розвивати власні здібності [5].

З метою набуття навичок розробки тестових завдань з фізики у Кам'янець-Подільському національному університеті імені Івана Огієнка для студентів-майбутніх вчителів фізики рівня «магістр» розроблено спецкурс з методики розробки тестових завдань з фізики. На практичних і лабораторних заняттях студенти навчаються розробці і використанню якісних тестів у майбутній професійній діяльності. Зокрема, студенти знайомляться з основним теоретичним матеріалом в галузі тестології; аналізують зміст понять «педагогічне і освітнє тестування», «вимірювання», «тестове завдання», «якість, валідність і надійність тесту»; знайомляться з загальними вимогами до тестової перевірки знань, етапами конструювання тестів, формами тестових завдань, які можна пропонувати для тестів різних рівнів, вимогами до якісного формулювання тестових завдань і відповідей на них; спільно у групах аналізують приклади типових помилок та дефектів у тестових завданнях; самостійно складають власні варіанти тематичних та підсумкових тестів; розробляють тести з фізики різних рівнів з подальшим детальним аналізом на відповідність вимогам.

Розглянемо **основні етапи та рекомендації фахівців**, які пропонуємо студентам під час конструювання тестів, наприклад, з фізики [2; 4].

1. *Визначення мети і завдань тестування.*

Зміст тесту має відповідати меті тестування. Тест – не простий набір, а система завдань, що володіє цілісністю і структурою.

2. *Аналіз змісту навчальної дисципліни в цілому, структурування навчального матеріалу.*

Вибір тестових завдань для поточного чи підсумкового контролю повинен здійснюватися за логікою навчального процесу, бути збалансованим та узгодженим зі змістом навчальної дисципліни. Під час відбору завдань слід виокремити теми модуля, які охоплює тест, а також відносну кількість завдань, що визначають кожен модуль курсу.

3. *Підготовка специфікації тесту.*

Специфікація розподіляє завдання за змістом, формою та рівнем складності; визначає систему оцінювання окремих завдань і тесту в цілому.

Проектування змісту тесту відповідає матеріалу, опрацювання якого передбачено навчальною програмою відповідного курсу та підручниками. Необхідно опрацювати розроблені завдання відповідно до теорії, якою оволодівають учні. Бажано вказувати відповідність тесту певним джерелам (підручникам, посібникам).

4. *Формулювання вимог до тесту.*

Тест має бути повним та зваженим, охоплювати усі аспекти тем дисципліни без перекосів у бік тієї чи іншої теми та повторів тестових завдань. Для тематичної перевірки знань учнів у процесі експрес-контролю можна використовувати тест довжиною в 15-20 тестових завдань; підсумкова перевірка знань та вмінь з того чи іншого навчального курсу вимагає залучення до тесту 30-60 тестових завдань. Загалом банк тестових завдань з дисципліни повинен містити не менше 150 тестових завдань. Проте, кількість тестових завдань не повинна бути занадто великою, тому що збільшується час тестування і накопичується втома, унаслідок чого оцінюється не рівень знань, а витривалість особистості.

5. *Визначення часу, який відводять для виконання тесту.*

Обсяг завдань має бути розрахований так, щоб студент міг виконати його за відведений проміжок часу. Для правильного розрахунку часу тестування враховують довжину та складність тесту.

6. *Підбір тестових завдань найоптимальнішої форми відповідно до специфікації.*

Змісту тестового завдання має відповідати найефективніша форма: завдання закритої форми (з вибором однієї або кількох правильних відповідей); завдання відкритої форми; завдання на встановлення відповідності; завдання на встановлення послідовності.

Якщо твердження складне, то формулювання необхідно скорочувати або поділити на декілька, оскільки непомірно довгі твердження ускладнюють розуміння завдання, викликають втому. Інформація, що залучена до одного тестового завдання, не повинна давати відповідь на інше.

7. *Добір варіантів відповідей до тестових завдань.*

Неточні, неповні, але схожі на правильні, тобто правдоподібні відповіді, називають *дистракторами*. У дистракторах не повинно бути фальшивих і хибних відомостей, необхідно використовувати правильні твердження, але такі, що не належать до поданого контексту. Варіанти відповідей на кожне завдання варто підбирати так, щоб виключити можливості простого вгадування чи відкидання свідомо невідповідної відповіді.

Варіанти відповідей треба розміщувати системно (*в логічному, в алфавітному порядку, у порядку збільшення або зменшення чисел тощо*). Відповіді мають бути однорідними за змістом і належати до однієї навчальної мети, подібними за зовнішніми ознаками (*структурою, стилем, довжиною*). Не рекомендуються відповіді на зразок «немає жодної правильної відповіді», «усі відповіді правильні», «усі відповіді неправильні».

8. *Розроблення критеріїв оцінювання завдань відкритої форми.*

Критерії оцінювання якості знань у процесі виконання завдань відкритої форми відповіді: повнота, глибина, усвідомленість, конкретність, узагальненість, системність, ступінь суттєвості. Необхідно перед педагогічним тестуванням ознайомлювати учнів з критеріями оцінювання. Це сприяє усвідомленню ними мети, яку треба досягнути, ознайомлює учасників тестування з вимогами, яких слід дотримуватись для ефективного виконання завдання.

9. *Обробка відповідей і аналіз результатів.*

Оцінювання результатів тестування здійснюється на підставі встановлених критеріїв. Тестування надає змогу подавати оцінки у сумі балів за правильно виконані завдання як відсотка від загального числа балів і літерної оцінки на основі отриманого відсотка.

10. *Визначення рівня складності тестових завдань.*

Розподіл завдань тесту за складністю має бути збалансованим. Необхідно розрізняти поняття простота та складність тесту. *Простота тесту* – чіткість, зрозумілість формулювання тестового завдання для кожної особистості. Тест не повинен передбачати завдань, які досліджувані можуть по-різному сприймати і розуміти. *Складність завдання тесту* – характеристика завдання тесту, що відображає статистичний рівень спроможності його розв'язання в конкретній вибірці. Наприклад, якщо лише 20 % учасників виконали завдання, його можна вважати складним для даної вибірки, якщо 80 % – легким.

У процесі розробки тестів важливо пам'ятати, що завданням однієї форми має передувати *чітка і зрозуміла інструкція для виконавця*.

Зрозуміло, що для створення якісних тестів необхідна велика кількість часу, але якщо вважати, що інформація з фізики не так уже й швидко змінюється, то такі тести можна використовувати у навчальному процесі на протязі довгого часу.

Висновок. Тестові технології мають певні переваги перед традиційними методами контролю знань, але вони також мають певні

недоліки й потребують обережності при практичному застосуванні. До основних проблем застосування тестових технологій належить необхідність виконання існуючих вимог до розробки тестів, зокрема, врахування впливу цільового призначення тесту на вибір його структури та змісту, дотримання процедур визначення показників якості тесту у цілому й окремих тестових завдань; вибір методів призначення балів за правильні відповіді тощо.

Список використаних джерел:

1. Аванесов В.С. Композиция тестовых заданий / В.С. Аванесов. – М.: Центр тестирования, 2002. – 240 с.
2. Булах І. Є. Створюємо якісний тест: навч. посіб. / І. Є. Булах, М. Р. Мруга. – К. : Майстер-клас, 2006 – 160 с.
3. Ким В.С. Тестирование учебных достижений / В.С. Ким. – Уссурийск: Издательство УГПИ, 2007. – 214 с.
4. Сергієнко В.П. Методичні рекомендації зі складання тестових завдань / В.П. Сергієнко, Л.О. Кухар. – К., НПУ, 2011. – 41 с.
5. Чельшкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: учебное пособие / М.Б. Чельшкова. – М.: Логос, 2002. – 432 с.

The article highlighted some aspects of checking the quality of education means test technology. We describe the advantages and disadvantages of tests; basic conditions for effective development of tests; the requirements for designing testing and evaluation tasks; Milestone recommendations for designing quality tests.

Keywords: test technology, test, future specialist, training.

УДК 378.016

Пташнік Л.І., кандидат педагогічних наук

ТЕХНІЧНА ТВОРЧІСТЬ В ФОРМУВАННІ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ЗДІБНОСТЕЙ УЧНІВ У СУЧАСНІЙ ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ ШКОЛІ

У статті зроблений аналіз формування загальноосвітніх здібностей учнів у сучасній загальноосвітній школі на основі занять з технічної творчості.

Ключові слова: творчість, творча діяльність, технічна творчість, навчання.

Творчість — це діяльність, що породжує щось якісне нове. Під технічною творчістю розуміють цілеспрямовану діяльність людини, яка завершується створенням чогось нового з метою удосконалення знарядь праці, технологічних процесів, планування праці, конструкції виробів, тощо — нового, яке має суспільну цінність [2, с.24].

Науково-технічний прогрес все більшою мірою вимагає володіння прийомами творчого мислення. Це відноситься в рівній мірі як до праці робітників, так і до людей інтелектуальної праці. Розв'язок виробничих завдань немислиме без постійного вдосконалення засобів виробництва технологічних процесів і організації праці. Підвищення ефективності у виробничій діяльності можливо на основі застосування наукових досягнень в техніці і на виробництві. Творчість і підготовка до творчої діяльності стає однією з вузлових проблем в житті сучасного суспільства.

Здійснюючи дослідження ми бачимо, що творча діяльність полягає в умінні самостійно знаходити способи вирішення виникаючих проблемних ситуацій і завдань. Продуктами творчої діяльності можуть бути наукові відкриття (наукова творчість), винаходи (технічна творчість), витвори мистецтва і літератури (художня творчість).

Очевидно, що проблема розвитку творчих здібностей учнів не може бути розв'язана без чіткого розуміння поняття творчості.

Генезис поняття творчості є досить складним. Творчість не могла не привернути до себе уваги мислячих людей різних епох світової культури. Спостережувані вияви творчості не могли не спонукати їх до побудови теорії творчості. Такі прагнення є закономірними, адже за створенням будь-якої наукової теорії має йти "ланцюгова реакція" її практичного застосування. Наукове розуміння процесу творчості з наступним усвідомленням механізму керування ним мало б привести до неабияких результатів у самій творчості.

Перші спроби створення теорії творчості в часі припадають на межу між ХІХ та ХХ століттями. Одним із перших авторів теорії творчості був С.О.Грузенберг. Але навіть він сам не зміг назвати свою теорію науковою. З його ж точки зору це скоріше було зібрання окремих фактів та випадкових емпіричних даних, які були взяті із фізіології нервової системи, невропатології, літератури, мистецтва тощо. Це зібрання доповнювали також окремі уривки автобіографій та самоспостережень відомих на той час творців.

У наш час поняття *творчість* є категорією цілого ряду наук: філософії, психології, педагогіки та ін.

У філософському словнику дається таке означення творчості: "Творчість – процес людської діяльності, що створює якісно нові матеріальні і духовні цінності" [2, с. 35].

Звідси виходить, що лише завдяки творчій діяльності людей можливий розвиток науки, техніки, мистецтва, освіти, державності і всього іншого. Саме завдяки творчості можливий будь-який прогрес.

Одним із перших психологів, які спробували знайти витoki творчості, є З. Фрейд. Він звернув увагу на те, що енергійною та успішною є така людина, якій вдається завдяки роботі втілити свої фантазії-бажання в дійсність. Де це не вдається, внаслідок перешкод з боку зовнішнього світу та внаслідок слабкості самого індивіду, там настає відхід від дійсності, індивід йде до власного фантастичного світу і задовольняється ним. Отже, наскільки це можна зрозуміти із сказаного вище, під мотивами творчості відомий всьому світу психолог бачить прагнення людини, яка увійшла у конфлікт із зовнішнім світом, реалізувати свої фантазії через вияви творчості. Творчість для певної категорії людей є, немов би, тією підсвідомою діяльністю, яка, з одного боку, обмежує реальний, такий що пригнічує, контакт суб'єкта із зовнішнім світом, але дозволяє здійснювати цей односторонній контакт з тим же довкіллям, що стає умовою реалізації їх здібностей.

На нашу думку одним із мотивів справжньої творчості може бути прагнення людини до гармонійних стосунків з оточуючим її навколишнім

світом та встановлення гармонії між його об'єктами. Увагу людину завжди повертає все гармонійне, доцільне та красиве: полотно художника, музикальний твір, технічний об'єкт, архітектурна споруда..

Відразу ж зазначимо, що для педагогічних цілей важливим є не стільки створення дитиною “дещо нового, нешаблонного”, а сам процес творчості, в ході якого здійснюється процес розвитку суб'єкта цієї діяльності, тобто дитини. Психолог Я. О. Пономарьов пише, що “процес взаємодії суб'єкта з об'єктом веде до виникнення двоякого роду продуктів, які виявляються у видозмінах як суб'єкта так і об'єкта” [1, с. 131].

Проте було б неправильно вважати, що виховання творчих рис особи школярів можливе тільки в навчальній діяльності. Навпаки можна стверджувати, що тільки в процесі навчання в школі, навіть самого творчого, не можна в належній мірі розвинути творчі риси особи. Потрібна безпосередня, практична діяльність в конкретному виді творчості - технічному, художньому і т.д.

Дитяча технічна творчість учнів - наймасовіша форма залучення учнів до творчості. У визначенні поняття «дитяча технічна творчість» існують дві точки зору - педагогічна і психологічна.

Педагоги розглядають дитячу технічну творчість не тільки як вид діяльності, направлений на ознайомлення учнів з різноманітним світом техніки, розвитку їх здібностей, але і як один їх ефективних способів трудового виховання і політехнічної освіти. Психологи в дитячій технічній творчості більше уваги приділяють своєчасному виявленню здібностей, що мають учні, до певного виду творчості, встановлення рівня їх формування і послідовності розвитку. Іншими словами, в процес управління творчою діяльністю учнів психологи включають методи правильної діагностики творчих здібностей, які допоможуть зрозуміти в якому виді діяльності і за яких умов учні зможуть найбільш продуктивно проявити себе.

Таким чином, з урахуванням педагогічної і психологічної точок зору дитяча технічна творчість - цей ефективний засіб виховання, цілеспрямований процес навчання і розвитку творчих здібностей учнів в результаті створення ними матеріальних об'єктів з ознаками корисності і новизни.

Міра креативності об'єкту творчості обумовлена соціально-історичними чинниками: розвитком науки, техніки, виробництва, потребами виробництва. Об'єкт творчості може мати різний ступінь креативності через свої об'єктивні особливості — зміст, структуру, технологічні властивості, стосунків і тому подібне.

Дослідження показують, що одним з дійових шляхів розвитку творчості учнів є зближення процесів пізнання й навчання. Справді, процеси навчання й пізнання мають багато спільного. Як і при науковому пізнанні, так і під час навчання, людина вступає в контакт з об'єктами пізнання і вивчення, використовує багаті можливості свого мислення тощо. Крім того, як і в дослідницькій діяльності, у процесі засвоєння нового навчального матеріалу в студентів виникає певна потреба й інтерес до його вивчення, що

сприяє збудженню розумової активності. Звичайно, результат вивчення об'єктивної дійсності у першому і другому випадках не однаковий. Результатом наукового дослідження є відкриття нового для суспільства, а результатом навчання — «відкриття для себе» в процесі засвоєння навчального матеріалу. Отже, між процесами навчання й пізнання можна проводити тільки аналогію.

Отже, специфікою творчої діяльності є її теоретично-практичний характер, а вирішальною якістю — здатність реалізуватись, використовуючи зв'язок з дією, з практикою, уміння „бачити” результат.

Значною мірою практичній підготовці майбутніх вчителів до творчої професійної діяльності сприяло узагальнення різними авторами творчого досвіду педагогічної праці вчителів-новаторів.

Проте проблема формування творчої особистості учня у навчально-виховному процесі, розвиток його творчих можливостей, підготовка вчителя до такої діяльності через оволодіння педагогічними основами формування творчої особистості учня практично не досліджені в теоретичному і методологічному аспектах, а тому результати таких досліджень не дійшли до етапу використання у практичній діяльності вчителів в системі народної освіти. Разом з тим, реальна соціально-економічна ситуація в суспільстві, процеси демократизації, гуманізації і духовного відродження України викликають об'єктивну потребу в творчості кожного члена суспільства і визначають актуальність дослідження проблеми формування творчої особистості учня в умовах загальноосвітньої школи. Саме рівень підготовки громадян з середньою освітою, розвинутість їх творчих можливостей проявляються у майбутньому: в якості організації виробництва, в діяльності дослідника, працівника культури, педагога, інженера тощо.

Сьогодні ця проблема постає як наслідок тих ускладнень, які виникають при вирішенні теоретичних та практичних завдань забезпечення функціонування такої системи навчання й виховування дітей, у якій створювалися найсприятливіші умови для їх творчого розвитку. Основні джерела існуючих протиріч, полягають, по-перше, у не розробленості комплексу наукових, методичних і організаційних питань забезпечення педагогічних основ формування творчої особистості учня і, по-друге, у протиріччі між соціальною потребою в творчій професійній праці вчителя і відсутністю скоординованої підготовки до неї майбутнього вчителя на етапі його вузівського становлення, а вчителів, які працюють - в системі підвищення кваліфікації педагогічних кадрів. Це призводить до того, що вчителі не можуть повною мірою використати ті умови, які, незважаючи на скрутний соціально-економічний стан вчителя, створюються в сучасній школі для педагогічної творчості й розвитку на її основі творчих можливостей учнів. Наведені протиріччя суттєво впливають на розвиток творчої особистості дитини, на якість педагогічного забезпечення навчально-виховного процесу, що знижує ефективність творчої діяльності педагогічного колективу. Необхідність вивчення і усунення цих протиріч на основі розробки шляхів підготовки вчителя до формування творчої особистості учня

у навчально-виховному процесі обумовили звернення автора до даного дослідження.

Список використаних джерел:

1. Волощук І. Концептуальні засади творчих здібностей школярів / І. Волощук. – Трудова підготовка в закладах освіти, 2003. – №2. – С.3.
2. Курок В.П. Концепція інженерної підготовки майбутніх учителів трудового навчання / В.П. Курок. – Вища освіта України, 2004. - №3, с. 73-79.
3. 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 work some aspects of introduction of project-technological activity of students are examined in the process of treatment of wood on employment in educational workshops.

Keywords: *creativity, creative activity, technical creativity, learning.*

УДК 373.5.16:53

Семерня О.М., кандидат педагогічних наук, доцент АБСТРАГУВАННЯ В ПІЗНАВАЛЬНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ ЯК ОДИН ІЗ МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ МЕТОДИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

У статті описаний метод абстрагування в пізнавальній діяльності майбутнього вчителя фізики. Проілюстрований метод є одним з методів формування методичної компетентності фахівця. Абстрагування в пізнавальній діяльності майбутнього вчителя фізики реалізує дієвість здобувача вищої фізичної освіти через виконання спеціальних навчально-методичних завдань на практичних заняттях з дисципліни "Методика навчання фізики". Основна ідея статті полягає в методичних аспектах використання одного з вимірників результативності знань студентів такого як дієвість.

Ключові слова: *методика викладання фізики, методична компетентність, абстракція, ефективне навчання, еталон, майбутній вчитель фізики.*

Постановка проблеми у загальному вигляді, зв'язок із науковими і практичними завданнями. Абстрагування в пізнавальній діяльності майбутніх фахівців це є специфічний процес дієвості, який складається з аналізування та моделювання.

Застосовування процесу дієвості в підпорядкуванні абстрагуванню пізнавальної діяльності студентів виявляє етапи формування методичних компетентностей майбутнього вчителя фізики.

Так, абстракції у шкільному курсі фізики являють собою ідеї елементарності, збереження, симетрії, співвіднесення, додатковості, спостережливості, єдності картини світу. Ідея додатковості, наприклад, стала одним із методологічних принципів сучасного природознавства, що вимагає глибокого філософського осмислення. Разом з тим цілий ряд стрижньових методологічних ідей, таких, як ідеї елементарності, збереження, симетрії, єдності наукової картини світу, дозволяють сконцентрувати й синтезувати навчальний матеріал шкільного курсу фізики, виділяючи в нім головне й фундаментальне.

Такі ж моделі абстракції є у галузі теорії та методики навчання фізики. Зокрема, коли студенти формують методичну компетентність вчителя фізики (унікальну, оригінальну, неповторну) через аналізування і моделювання фундаментальних методичних і фізичних знань та їх виявлення в професійній сфері.

Аналіз основних положень. З точки зору методики викладання фізики – абстрагування в пізнанні розмежує ряд спеціальних термінів: маса, сила, робота; операція, дія, діяльність; контроль, оцінювання, управління; методика, технологія, дидактика, прийом та інші. Це розмежування термінів дозволяє створити міцний фундамент для накопичення нових спеціальних знань з нормативної дисципліни «Методика навчання фізики».

Інший вид абстракції в фізиці це є абстракція збереження, якій служать закони збереження імпульсу, енергії, моменту імпульсу, електричного заряду. Закони збереження виступають, у цьому випадку, у ролі принципу табу, що заздальгідь відкидає будь-які теоретичні побудови, якщо в них відбувається порушення хоч би одного з перелічених законів збереження.

Так, у школі: учні ознайомлюються з різними проявами абстрактної ідеї збереження: закон збереження кількості речовини, імпульсу, моменту імпульсу (факультативний курс), енергії, електричного заряду, баріонного й лептонного (електронного і мюонного) “зарядів” (у ознайомлювальному плані).

В університетах: у студентів формують, одночасно, глобальну й конкретну картину про збереження в природі, суспільстві. Наприклад, формування бінарного взаємозв'язку під час проходження лабораторного курсу з дисципліни «Методика навчання фізики» являє собою зв'язок між демонстраційним експериментом із шкільної фізики і поясненням, його постановки з точки зору методики її викладання. Абстракція збереження, у цьому випадку, формує комплексне мислення в майбутніх учителів: шкільна фізика й методика її викладання, одночасно.

Наступний приклад це є абстрагування в пізнанні симетрії. Таке абстрагування в фізиці, констатує існування загальної й універсальної особливості матеріальних явищ, законів природи.

У методиці навчання фізики абстрагування щодо пізнання симетрії розкривається, наприклад, у підготовці уроку фізики з проблемними ситуаціями.

Так, під час вивчення другого закону Ньютона, у проблемному викладі, проводять симетрію з вивченням інерції та інертності руху фізичного тіла. Якщо ж говорити про математичну модель закону й виведення її з першого закону Ньютона, то це виконуємо через рядопокладні запитання до учнів (Сформулюйте закон..., Що таке швидкість руху тіла..., Що таке прискорення руху тіла..., Що таке рівномірний рух тіла... тощо). Такого типу запитання на стереотипність в актуалізації опорного рівня обізнаності учнів розвивають шаблонне й алгоритмічне мислення в здобувачів фізичної освіти.

Тоді як, проблемний виклад матеріалу про другий закон Ньютона через демонстраційний експеримент на інерцію й інертність руху тіла, уявний експеримент про відносність руху яблука у вагоні потягу, розв'язання задач парадоксів і софізмів про рух візків тощо, – сприяють виробленню неординарного стилю мислення учнів під час вивчення фізики. Це відбувається тому, що вчитель спонукає учнів до виявлення в дії фізичних і побутових знань в практиці діяльності: чи то диспут, чи то діалогізми, чи то експеримент, чи то розв'язування задач, парадоксів, софізмів.

Отже, симетрія, за природних умов, і в процесі пізнання, віддзеркалює внутрішню єдність, гармонійність навколишнього світу і формує наукову картину світу здобувачів освіти.

Інша абстракція в фізиці це є абстракція про єдність фізичної картини світу. Ця абстрактна ідея в шкільному курсі фізики віддзеркалює найважливіший методологічний принцип природознавства, згідно якому розвиток науки призводить до стійкої та цілісної картини світобачення, на основі якої й відбувається, пояснення реальних процесів. Програмний матеріал курсу фізики загальноосвітньої школи дозволяє сформувати в учнів уявлення про єдність фізичної картини світу.

У методиці навчання фізики існує абстракція щодо ідеї єдності наукової картини пізнання навколишнього світу. Сутність проблемної ситуації висвітлюється через престижність педагогічної професії, спрямованої на підготовку майбутніх учителів фізико-технологічного профілю. Ці фахівці є носіями та популяризаторами ідеології науково-технічного прогресу, тлумачами та коментаторами сучасних уявлень про наукову картину світу, новаторами та трансляторами науково-технологічних упроваджень (нанотехнології, енергозберігаючі технології, агротехнічні технології, технології створення матеріалів з наперед заданими властивостями, космічні технології тощо). Отже, специфічна риса проблематики в підготовці майбутніх учителів фізики – оволодіння такою методологією впливу на процедуру навчання, що гарантовано забезпечує можливість опанування науковими та прикладними основами фізики на результативному (а не формальному) рівні.

Цілі статті – теоретично обґрунтувати та описати проблему формування методичної компетентності майбутнього вчителя фізики через метод абстрагування в пізнавальній діяльності фахівця.

Виклад основного матеріалу. Процедура формування методичної компетентності майбутнього вчителя фізики лежить у площині такої діяльності, яка є логічним наслідком дії механізму освітньої доктрини. Дієва освітня доктрина, виступає модулятором змістовно-методологічного трактування глобальної мети фізичної освіти, моделлю створення та впровадження високоефективних, надійних і гуманістичних технологій навчання, а також орієнтиром для здійснення якісного навчання з фізики та методики її викладання.

Якщо проблему забезпечення результативних знань підготовки майбутнього вчителя фізики високої кваліфікації розглянути з позицій

формування методичної компетентності, то необхідно спроектувати чітку модель цієї компетентності.

Чітко й однозначно визначити наукову проблему формування методичної компетентності майбутнього вчителя фізики дозволяє односторонність у навчально-пізнавальній діяльності здобувачів освіти, яку необхідно рішуче усунути, і що існує єдиний напрям у її розв'язанні через уміле поєднання в навчанні раціонально-логічного та емоційно-ціннісного стилів діяльності.

Підготовка майбутнього учителя фізики – це одночасно набуття певних мір обізнаності з фізики та методики її навчання. Тому варто орієнтуватись на бінарну цільову програму, яка забезпечує можливість адекватного співвіднесення змісту конкретної навчальної дисципліни «Методика навчання фізики» зі змістом методичної підготовки майбутнього педагога. У методології формування методичної компетентності майбутнього вчителя фізики має бути зорієнтованість навчання на прогнозовані предметні та професійні компетенції в змодельованих та реальних фахових умовах (ця діяльність і є засобом виявлення міри набутих індивідом компетентностей, тобто показника досягнення прогнозованих результатів навчання). Якість трактуємо як системну методологічну категорію, що віддзеркалює ступінь відповідності результату поставленій меті – фахового становлення майбутнього вчителя фізики.

На конкретних прикладах майбутнім учителям фізики показують обумовленість розвитку фізики суспільними потребами, підкреслюють, що важливі відкриття у фізиці з'явилися як відповідь на “соціальне замовлення епохи”, а не як випадковий прояв геніальності окремих осіб. Коли приходить час даному відкриттю, воно неминуче відбувається, та часто його здійснюють одночасно декілька учених, незалежно один від одного.

Майбутні вчителі фізики прививаються до розуміння, що фізика як наука не служниця техніки, й її функція в людському суспільстві набагато ширше ніж задоволення сього хвилинних потреб; розвиток фізичної науки має свою власну логіку.

Іншим видом абстрагування в пізнавальній діяльності майбутніх вчителів фізики є знання про наявність меж застосовності фізичних понять і законів на кожному етапі розвитку науки. Знайомство з межами застосовності знань дає можливість сформувати в учнів уявлення про діалектичний напрям людського пізнання природи.

Ознайомлення учнів з межами застосовності кожного окремого закону або теорії вчитель фізики дає паралельно з засвоєнням іншої закономірності розвитку фізичної науки — спадкоємність знань. Розвиток фізичних знань це закономірне й послідовне узагальнення, у процесі якого виявляється спадкоємність наукового знання й об'єктивна цінність фізичних теорій.

Засвоєння закономірності про спадкоємність наукового знання й об'єктивна цінність фізичних теорій дозволяє довести до свідомості учнів філософські ідеї про співвідношення відносної й абсолютної істини, складові основи теорії пізнання.

З аналізу літературних джерел, пізнання є віддзеркалення людиною навколишнього світу. Це не безпосереднє, не одноразове віддзеркалення, а складний процес утворення абстракцій, понять, законів, що лише приблизно охоплюють універсальну закономірність вічно рухомої природи, яка розвивається.

З власного педагогічного досвіду [1-4], найбільш цінним у дидактичному відношенні є ознайомлення учнів з так званим абстрактним принципом відповідності, що характеризує таку спадкоємність фізичних знань, коли попередня теорія стає граничним випадком нової, більш загальної теорії.

Для контролювання за успішним засвоєнням абстрагування в пізнанні майбутніх учителів фізики ми використовуємо ряд навчально-методичних запитань [1]. Відповіді на запитання визначають рівень успішності якості методичних і фізичних знань майбутніх учителів фізики. Рівень дієвості методичних і фізичних знань студентів визначаються через виявлення в дії одного з результату прийому на визначення результату якості знань: споглядання, спостереження, наслідування, повне володіння методологією здобування знань, навчити як запам'ятати, орієнтування інформації, формулювання проблеми. Наприклад [2; 3]:

1 (Рівень розуміння). Яка різниця між фізичним експериментом і технічним вимірюванням?

2 (Рівень розуміння). Для чого в науці необхідна точність вимірювання?

3 (Рівень володіння). В яких випадках точність вимірювання прискорення вільного падіння грає важливу роль, а в яких можна обмежитися її значенням $9,8 \text{ м/с}^2$?

4 (Рівень розуміння). Які експериментальні факти свідчать про те, що в газах притягання молекул одна до одної слабке, а в рідинах достатньо сильне?

5 (Рівень розуміння). Що мається на увазі під законом у науці (чому природа їм “підкоряється”)? Приведіть приклади з курсу фізики.

Наведені завдання дозволяють об'єктивно визначити рівень якості і дієвості абстрагування в пізнавальній діяльності майбутніх учителів з фізики та методики її викладання і забезпечити, тим самим, якісне і результативне навчання здобувачів вищої освіти.

Абстрагування в пізнавальній діяльності майбутніх учителів фізики розвиває власне педагогічне кредо і формує методичну компетентність фахівців в умінні поєднувати наукові ідеї, аналізувати та моделювати. На цій основі здійснюється пере трансформація інформації в нові навчальні знання студентів із галузі теорії та методики викладання фізики.

Апробація і експериментальне впровадження абстрагування як під процесу дієвості в формуванні методичної компетентності майбутнього вчителя фізики здійснена в дипломному дослідженні студентки У.І. Макогонюк за тематикою «Дидактичне забезпечення уроків фізики завданнями на розвиток діалогізмів (10-11 клас)» (2014-2015 н.р).

Опишемо фрагмент основної характеристики дипломного дослідження У.І. Макогонюк на тему «Дидактичне забезпечення уроків фізики завданнями на розвиток діалогізмів (10-11 клас)» для демонстрації абстрагування як під процесу дієвості навчання студентів з дисципліни «Методика навчання фізики» і формування їх методичної компетентності.

Загальна гіпотеза дослідження полягає в організації навчального середовища, у якому органічно впроваджуються фізичні завдання та управлінські впливи відповідно до вимог державного освітнього стандарту, і це забезпечить формування предметної компетентності старшокласників: знання, цінності, діалогізми, проекти, творчість, а також якість і результативність навчання фізики в аспекті її дієвості і, можливості творчої самореалізації кожного школяра. У дипломній роботі авторка акцентує увагу на розвиток предметних діалогізмів старшокласників щодо вивчення фізики.

З аналізу літературних джерел дипломного дослідження на тему «Дидактичне забезпечення уроків фізики завданнями на розвиток діалогізмів (10-11 клас)», діалогізм – це виражена у мові розмова з приводу дивного, незрозумілого, загадкового предмета пізнання, до якого в міру навчання розумінню підключаються інші Співрозмовники. Діалогізм з фізики не виглядає як суперечка кількох учнів або як суперечка учнів з учителем, діалогізм взагалі не є спором, а є формою спільного конструювання так званої «нової» фізичної теорії (можливості розуміння незрозумілого) одного з учасників діалогу, потім теорії Іншого учасника тощо.

Наприклад, якісні завдання які провокують діалогізми з фізики.

1. Чому ручка падає вниз, а не зависає в повітрі?
2. Чорний отвір стікання води у раковині як модель так званої «вихрової» теорії притягання.
3. «Є тіла, які падають вниз, і тіла, які підносяться вгору (наприклад, дим або вогонь). Важкі тіла, природно, прагнуть до «свого місця», що знаходиться в центрі Землі, а легкі прагнуть вгору, до граничної поверхні світової сфери. В усіх випадках усі тіла, важкі або легкі, прагнуть до свого природного місця (Аристотель)».

Практична цінність дослідження на тему «Дидактичне забезпечення уроків фізики завданнями на розвиток діалогізмів (10-11 клас)» полягає у виявленні умов для формування фізичних діалогізмів та управлінських впливів у процесі вивчення фізики; у розробці цільових навчальних програм з шкільної фізики 10-11 класів в аспекті об'єктивно-предметних умов: ціннісних орієнтацій тих, хто навчається; підготовці та проведенні уроків фізики з цілеспрямованим використанням фізичних діалогізмів та застосуванням управлінських впливів.

Теоретичні положення і висновки дослідження на тему «Дидактичне забезпечення уроків фізики завданнями на розвиток діалогізмів (10-11 клас)» використовуються у проведенні різних типів і видів уроків фізики в старших класах, у написанні студентами дипломних робіт, для підвищення професійної майстерності вчителів фізики.

Експериментальна база дослідження складала навчальний комплекс

загальноосвітньої школи № 3 м. Кам'янець-Подільського.

Висновок. З огляду на вище описане, робимо висновок про те, що абстрагування в пізнавальній діяльності майбутнього вчителя фізики з дисципліни «Методика навчання фізики» в процесі проведення практичних занять, проектує виконання науково-методичного дослідження фахівця у вигляді дипломної роботи.

Абстрагування в пізнавальній діяльності майбутнього вчителя фізики оцінюється через використання підсумкового типу представлення результату навчальної діяльності з дисципліни «Методика навчання фізики», у процесі захисту і оприлюднення дипломного дослідження.

Різні типи абстрагування в пізнавальній діяльності майбутнього вчителя фізики спонукають здобувачів освіти мислити в аспектах аналізування і моделювання у процесі проведення практичних занять з дисципліни «Методика навчання фізики». Такі абстрагування як ідеї елементарності, збереження, симетрії, співвіднесення, додатковості, спостережливості, єдності картини світу виявляють загальний характер глобальної мети навчання в університеті за педагогічним спрямуванням майбутнього фахівця. Цільове бачення цілої картини навчально-виховного процесу в університеті формує в студентів загальну освіченість і грамотність, яку майбутній фахівець перенесе, згодом, у суспільно-корисну професійну діяльність, зокрема, педагогічну діяльність вчителя фізики.

Перспективи подальших розвідок у даному напрямку. За цієї причини можна стверджуємо, що абстракція в пізнавальній діяльності майбутніх учителів фізики як під процес дієвості формує методичну компетентність фахівця в ключі глобального бачення навчально-виховного процесу з нормативної дисципліни «Методика навчання фізики». Як приклад, оприлюднення і захист магістерського дослідження У.І. Макогонюк «Методичні основи використання вимірників результативності знань студентів на практичних заняттях з дисципліни "Методика навчання фізики"» у 2015-16 н.р. Твердження, причино-наслідковим зв'язком, пов'язане із потребою фахівця даної галузі навчання у цілому розуміти картину освітнього фізичного процесу з метою формування наукового світогляду і сучасної картини світу.

Список використаних джерел:

1. Семерня О. М. Основи методології дієвого навчання майбутніх учителів фізики : монографія. / О. М. Семерня. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2012. – 376 с. (21,9 ум. друк. арк.).

2. Семерня О. М. Основи індукції та дедукції пізнавальної діяльності майбутніх учителів фізики / О. М. Семерня // Наукові записки. – Вип. 108. - Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Вінниченка, 2012.– Ч. 2. – 288 с. - С. 113-120.

3. Семерня О.М. Моделювання як засіб формування методичної компетентності майбутнього фахівця у методиці навчання фізики / О.М. Семерня // Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 100-річчю від дня народження астрофізика Йосипа Самуїловича Шкловського «Проблеми сучасної астрономії та методики її викладання» 6-8 жовтня 2016 року. – Суми : ТОВ «Видавничий дім «Ельдорадо», 2016. – 128 с. – С. 57.

4. Семерня О.М. Формування методичних компетентностей майбутніх учителів на різних кваліфікаційних рівнях обізнаності з методики навчання фізики // Физико-математическое образование . 2016. №1 (7) С.135-149.

Научная библиотека КиберЛенинка:

<http://cyberleninka.ru/article/n/formuvannya-metodichnih-kompetentnostey-maybutnih-uchiteliv-na-riznih-kvalifikatsiynih-rivnyah-obiznanosti-z-metodiki-navchannya#ixzz46HrRQh6Y>

This article describes a method of abstraction in the cognitive activities of the Future Teachers of Physics. Illustrated method is a method of forming methodical competence of the expert. Abstraction in the cognitive activity of a Future Physics Teacher effectiveness applicant implements higher physical education through the implementation of specific instructional objectives for practical training in the topic on "Methods of Teaching Physics." The main idea of the article is methodological aspects of the use of a measuring effectiveness of student learning such as effectiveness.

Keywords: *methods of teaching physics, methodological competence, abstraction, effective training, meter, Future Teachers of Physics.*

УДК 004.9:37

Смалько О.А., кандидат педагогічних наук, доцент
ВПРОВАДЖЕННЯ СЕРВІСІВ GOOGLE У НАВЧАЛЬНИЙ
ПРОЦЕС ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОГО ЗАКЛАДУ

У статті наведено перелік Google-сервісів, корисних для підтримки навчального процесу в загальноосвітніх закладах, проаналізовано їх можливості та користь використання у роботі вчителя.

Ключові слова: *хмарні обчислення, хмарні технології, Google-сервіс, онлайн-застосунок, веб-сервіс.*

Починаючи з 2007 року, ІТ-фахівці активно використовують термін "хмарні обчислення" (англ. cloud computing). Під цією збірною назвою розуміють модель забезпечення повсюдного та зручного доступу на вимогу через мережу до спільного пулу обчислювальних ресурсів. Це можуть бути комунікаційні мережі, сервери, прикладні програми, сервіси, засоби зберігання даних тощо.

Дуже зручними моделями поширення комп'ютерних програм та інформаційно-технологічних платформ споживачам, у тому числі користувачам зі сфери освіти, є моделі SaaS (англ. software as a service), що у буквальному перекладі значить "програма як послуга", а також PaaS (англ. platform as a service), що українською мовою означає "платформа як послуга".

Відповідно до SaaS-моделі постачальник розробляє веб-програму,

розміщує її й управляє нею (самостійно або через третіх осіб) з метою використання її замовниками через Інтернет. В PaaS-моделі вся інформаційно-технологічна інфраструктура цілком керується провайдером, ним же визначається набір доступних для споживачів видів платформ та набір керованих параметрів платформ, а споживачеві надається можливість використовувати платформи, створювати їх віртуальні екземпляри, встановлювати, розробляти, тестувати, експлуатувати на них прикладне програмне забезпечення.

Важливий внесок у розвиток хмарних технологій для освіти робить американська транснаціональна корпорація Google Inc. Свої SaaS-сервіси під назвою "G Suite" та PaaS-платформи під назвою "Google App Engine" компанія Google почала впроваджувати з 2006 року. Наразі різноманітні Google-сервіси широко використовуються у різних сферах. Корисними деякі з них можуть бути і для супроводу та підтримки навчального процесу в освітніх закладах.

Метою даної статті є аналіз можливостей поширених сервісів Google, які можна з успіхом використовувати для підтримки навчальної діяльності в загальноосвітніх закладах.

Крім загальновідомої найпопулярнішої у світі пошукової служби корпорацією Google у 2004 році запущено два сервіси Google Книги і Google Академія, за допомогою яких люди, які прагнуть вчитися і пізнавати щось нове, можуть знаходити різноманітну інформацію, що роками накопичується у книжках, онлайн-журналах та наукових публікаціях всіх форматів і дисциплін. Так, значній частині людства стають доступними знання з відсканованих книг і оцифрованих журналів найбільших наукових видавництв Європи та Америки. І це може забезпечити основу для нових наукових досягнень і звершень.

Значної популярності з часу появи у 2004 році набув сервіс безплатної електронної пошти Gmail.com. Він надає доступ до поштових скриньок через веб-інтерфейс і за протоколами POP3, SMTP, IMAP. Також сервісом забезпечено підтримку швидкого обміну повідомленнями та інформацією про присутність між користувачами мережі Інтернет через протокол Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP). На даний час сервіс пропонує кожному користувачеві для зберігання поштової кореспонденції 15 Гб простору, і цей обсяг постійно збільшується. Серед корисних функцій сервісу варто відмітити реалізовану можливість категоризації повідомлень — сервіс відстежує окремі "обговорення" (початкове повідомлення з ланцюжком відповідей на нього), а також у ньому підтримується орфографічна перевірка повідомлень — сервіс автоматично визначає мову повідомлення і пропонує варіанти написання помилкових слів.

Дуже корисним для тих користувачів Інтернету, які часто потребують швидкого перекладу текстів з однієї мови на іншу, є Google-перекладач, розроблений ще в середині 2000-х років. Цей інструмент може допомогти його користувачеві зрозуміти загальний зміст інформації, представленої різними мовами у вибраних текстах і веб-сторінках, завдяки так званому

перекладу "на льоту". Реалізовані у сервісі технології глибокого навчання сприяють постійному його вдосконаленню. Цьому також сприяє функція інтерактивної взаємодії з розробниками Google, яка дозволяє відсилати розробникам поліпшені (на думку користувачів) версії перекладу. Наразі підтримується (на різних рівнях) робота з текстами понад 100 мовами світу. Станом на вересень 2016 року Google-перекладач підтримує всі функції для української мови, включно з вимовлянням слів вголос та візуальним перекладом, у тому числі за допомогою офіційного програмного застосунку для мобільних операційних систем iOS та Android.

Корпорацією Google створено цікавий проект багатомовної соціальної мережі та ідентифікаційної служби Google+, деякі інструментальні можливості якої можна використовувати в освітніх цілях. До корисних особливостей Google+ варто віднести можливість поділяти користувачів на кола або групи, влаштовувати з ними відеочати і навіть проводити відеоконференції з декількома учасниками (до 10 осіб одночасно) за допомогою вбудованого сервісу Hangouts. Такі відеозустрічі можна також транслювати через Youtube — ще один популярний сервіс Google, що надає послуги розміщення відеоматеріалів. За допомогою служби Hangouts можна проводити ділові наради, вебінари і спілкуватися у відеочатах. У таких відеозустрічах можна показувати іншим учасникам те, що відбувається на екрані вашого комп'ютера, надаючи спільний доступ до будь-якого відкритого вікна програми. Сервіс доступний через Gmail, Google+, Youtube, мобільні застосунки для Android та iOS. Історії чатів зберігаються на серверах Google, що дозволяє синхронізувати їх між пристроями. Фотографії, якими учасники обмінюються під час конференції, автоматично завантажуються в закритий альбом Google+. Також учасники можуть ділитися файлами Google-диска, спільно складати замітки до зустрічей і записувати ідеї на загальній віртуальній дошці.

Компанія Google Inc. пропонує своїм зареєстрованим користувачам сховище даних Google Диск, що дозволяє зберігати дані на серверах у хмарі і ділитися ними з іншими користувачами в Інтернеті. Google Диск включає в себе офісний пакет, за допомогою якого можна спільно редагувати документи, електронні таблиці, презентації, малюнки, форми та ін. Такого роду послуги, наприклад, можна з успіхом використовувати під час виконання колективних навчальних проектів. Для синхронізації файлів між комп'ютером користувача і хмарним сховищем на комп'ютері користувача необхідно встановити програмне забезпечення Google Диск ("клієнт"). Всім своїм користувачам Google пропонує початкові 15 Гб онлайн-простору для зберігання даних, які доступні для трьох найбільш використовуваних послуг: Google Диск, Gmail, фотографії на Google+. Обсяг пам'яті можна розширювати через платний місячний план підписки. Документи, що використовують рідні формати офісного пакету Google (у тому числі .gdoc, .gslides і .gsheet), не зараховуються до цієї квоти. У Google+ фотографії з роздільною здатністю менше ніж 2048x2048 пікселів і відеофайли тривалістю менше 15 хвилин також не зараховуються до цієї квоти. Для тих, хто

користується пакетами спеціалізованого хмарного програмного забезпечення й інструментів для спільної роботи G Suite Basic та G Suite for Education (за умови присутності принаймні 5 членів), пропонується необмежений об'єм пам'яті на Google Диск.

Безплатним веб-застосунком для тайм-менеджменту (ведення календаря, робочого графіку, складання навчальних планів тощо) є онлайн-сервіс Google Календар. Робота з календарем здійснюється у вікні браузера через веб-інтерфейс, а всі дані зберігаються на сервері Google, тому отримати доступ до календаря можна з будь-якого комп'ютера, підключеного до Інтернету. Сервіс підтримує синхронізацію з мобільними пристроями, працює на смартфонах і планшетних комп'ютерах з ОС Android, webOS, iOS. З його допомогою можна організувати сумісний доступ до складених планів. Нагадування про події відправляються за допомогою Push-повідомлень електронною поштою або функцією SMS, що є доступною в понад 80 країнах.

Для зберігання, редагування та обміну фото і відео можна користуватись сервісом Google Фото. Корпорація Google надає необмежений простір для зберігання 16-мегапіксельних фото і відео з роздільною здатністю 1080p (Full HD, 1920×1080). Завантажені фото стискаються, щоб займати менше простору, але при цьому практично не втрачають якість. Також є можливість зберігання контенту в більш високій якості (але при цьому з обмеженим простором для зберігання). Завантажений в сервіс контент сортується за різними критеріями: місце зйомки, особи і об'єкти, що зображені на фото або відео. Контент можна сортувати за альбомами і вручну. В Google Фото реалізовано також функцію автоматичного створення колажів, відео, анімацій, панорам та історій. У навчальних цілях за допомогою цього сервісу, наприклад, можна створювати і зберігати фото- і відеокolleкції з наочними засобами.

Веб-сервіс Групи Google стане в пригоді тим користувачам, які планують створювати власні групи, Інтернет-спільноти для обговорення різноманітних питань. У Групах Google можна спілкуватись в режимі онлайн (через веб-інтерфейс) або електронною поштою. З їх допомогою усі учасники групи можуть організувати спільну роботу над завданнями.

Для вирішення деяких завдань по управлінню освітніми процесами компанією Google створено систему Google Клас. З її допомогою вчителі можуть організувати навчальний процес через Інтернет, створювати класи навчання і додавати в них учнів, формувати і відправляти учням завдання, організувати тематичні обговорення тощо. Так, наприклад, отримуючи через сервіс завдання, учень виконує його онлайн в Google Документах і прикріплює свою роботу до завдання. Усі документи зберігаються у структурованому вигляді в каталогах на Google Диску. Список виконаних робіт у реальному часі оновлюється в панелі викладача. При цьому він може перевірити учнівську роботу, поставити відповідну оцінку і написати коментар.

Нескладної структури сайти за допомогою технології Wiki можна

створювати, використовуючи, зокрема, сервіс Сайти Google. Творець сайту може запрошувати інших користувачів для спільної роботи над сайтом, контролювати їх доступ до матеріалів. Для персонального використання безплатно надаються 100 Мб дискового простору (10 Гб для користувачів G Suite), причому сайт може мати необмежену кількість сторінок. Редактор веб-сторінок є нескладним, схожим на звичайний текстовий редактор. На сторінках сайту можна розміщувати текст, посилання, таблиці, картинки і т.д., а також інформацію з інших застосунків Google, наприклад Google Документи, Google Календар, YouTube тощо.

Для організації та ведення блогів (мережових щоденників) можна користуватись, наприклад, Google-сервісом Blogger. З його допомогою будь-який вчитель може завести свій блог, не вдаючись до програмування і не турбуючись про встановлення та налаштування спеціалізованого програмного забезпечення. На власних сайтах і блогах вчителі можуть розміщувати корисні для учнів навчальні матеріали. Ці веб-платформи є корисними для обміну інформацією, для організації віртуального спілкування між вчителем, учнями та їх батьками, для організації додаткових занять з обдарованими дітьми, а також з тими, хто з певних причин має прогалини у знаннях.

Деяких вчителів-предметників може зацікавити онлайн-платформа Google Art & Cultural, в рамках якої реалізуються такі проекти, як: "Арт-проект", через який є можливість отримати доступ до якісних цифрових репродукцій художніх творів, що зберігаються у відомих музеях світу; "Історичні моменти" з цікавими документальними, фотографічними та відеоматеріалами для уроків історії; "Чудеса світу", завдяки якому можна віртуально відвідати давні та сучасні чудеса світу з використанням технологій Google (Street View, 3D-моделювання та інші); "Архівні виставки", який дозволяє побачити тимчасові виставки після їх завершення.

Для тих, у кого є потреба навчитись добре орієнтуватись на місцевості і вдало прокладати маршрути, незамінним допоміжним інструментом може стати набір застосунків, побудованих на основі безплатного картографічного сервісу Карти Google. Він являє собою карту та супутникові знімки усього світу. З сервісом інтегрований бізнес-довідник і карта автомобільних доріг, яка охоплює США, Канаду, Японію, Гонконг, Китай, Велику Британію, Ірландію і деякі інші райони Європи.

Ще один проект Google Планета Земля являє собою програмний застосунок або плагін для браузера, за допомогою якого можна переглядати та вивчати географічні дані на 3D-моделі Землі, здійснювати віртуальні подорожі у будь-яке місце на планеті, досліджувати місцевість, її ландшафт, 3D-будівлі.

Любителі астрономії, а також ті старшокласники, які потребують при вивченні цього шкільного предмету унаочнення у вигляді інтерактивної карти зоряного неба, мають можливість використовувати Інтернет-версію програмного застосунку Google Небо, який завдяки фотографіям космічних об'єктів, створеним в рамках проекту Sloan Digital Sky Survey, з супутників

НАСА і телескопом Hubble, дозволяє переглядати космічний простір, що оточує Землю. Також створено два веб-сервіси Google Місяць і Google Марс, які допоможуть усім бажаючим дослідити поверхні Місяця і Марса за допомогою інтерактивних карт, складених за результатами багаторічних досліджень цих небесних тіл.

Корпорація Google невпинно продовжує розвиток і вдосконалення своїх веб-сервісів, які можна з користю використовувати для підвищення ефективності навчально-виховного процесу в загальноосвітніх закладах і для підтримки науково-дослідної діяльності учнів та вчителів.

Список використаних джерел:

1. About Google Moon. — Режим доступу: URL: <https://www.google.com/moon/about.html#what>. — Назва з екрану.
2. Blogger Help. — Режим доступу: URL: <https://support.google.com/blogger/?hl=en#topic=3339243>. — Назва з екрану.
3. Google Клас. — Режим доступу: URL: <https://support.google.com/edu/classroom/answer/6020279?hl=ru>. — Назва з екрану.
4. Google. Справка – Сайты. Как создать страницу. — Режим доступу: URL: <https://support.google.com/sites/answer/98216?hl=ru>. — Назва з екрану.
5. Google Фото Довідка. — Режим доступу: URL: <https://support.google.com/photos/?hl=uk#topic=6128818>. — Назва з екрану.
6. Google Art & Cultural. — Режим доступу: URL: <https://www.google.com/culturalinstitute/beta>. — Назва з екрану.
7. Google Drive Blog. — Режим доступу: URL: <https://drive.googleblog.com/2014/06>. — Назва з екрану.
8. Google Maps/Google Earth APIs Terms of Service. — Режим доступу: URL: <https://developers.google.com/maps/terms?csw=1>. — Назва з екрану.
9. Viewing Google Sky through a browser. — Режим доступу: URL: <https://www.cnet.com/news/viewing-google-sky-through-a-browser>. — Назва з екрану.

The article describes the possibilities of useful Google services focused on supporting training activities in secondary schools and analyzes benefit analyzes their use in teachers' work.

Keywords: cloud computing, cloud technology, Google service, web application, web service.

УДК 37.091.33 – 028.22:51

Сморжевський Ю.Л., кандидат педагогічних наук, доцент

ПРО МЕТОДИКУ ВИКОРИСТАННЯ НАОЧНИХ ПОСІБНИКІВ ПРИ ВИВЧЕННІ МНОЖЕННЯ І ДІЛЕННЯ НАТУРАЛЬНИХ ЧИСЕЛ У КУРСІ МАТЕМАТИКИ 5 КЛАСУ

У статті розглянуто методика використання наочних посібників при вивченні множення і ділення натуральних чисел у курсі математики 5 класу.

Ключові слова: наочні посібники, види наочних посібників, натуральні числа, множення натуральних чисел, ділення натуральних чисел.

Актуальність дослідження. В останні десятиріччя постійне вдосконалення методів, засобів і форм організації навчання математики, насамперед відшукування шляхів підвищення ефективності уроку з математики, стало предметом особливої уваги з боку школи, вчителя, педагогічної та психологічної науки.

Ефективним, на нашу думку, слід вважати такий урок математики, побудова і проведення якого максимально сприяють досягненню поставлених перед уроком цілей. Ефективно проведений урок дає можливість вчителю досягти оптимальних результатів навчання.

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.

Мета статті. Розкрити методику використання наочних посібників при вивченні множення і ділення натуральних чисел у курсі математики 5 класу.

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].

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. Нами зроблена спроба усунути цей недолік у навчальному посібнику [3].

Виклад основного матеріалу. Розкриємо методику використання наочних посібників при вивченні множення і ділення натуральних чисел у курсі математики 5 класу.

Пояснюючи учням тему «Множення натуральних чисел», доцільно використати таблицю 1.

Таблиця 1.

<p>Множення натуральних чисел</p> <p>Помножити число a на натуральне число b – це означає взяти число a доданком b разів.</p> $a \cdot b = \underbrace{a + a + \dots + a}_b$ <p>Наприклад: $15 \cdot 4 = 15 + 15 + 15 + 15 = 60$.</p>

Якщо $a \cdot b = c$, то числа a і b називають **множниками**, число c – **добутком**, а знак « \cdot » – **знаком множення**. Іноді замість « \cdot » пишуть « \times ».

Якщо один із двох множників дорівнює одиниці, то добуток дорівнює іншому множнику:

$$a \cdot 1 = 1 \cdot a = a.$$

Якщо один із множників дорівнює нулю, то добуток дорівнює нулю:

$$a \cdot 0 = 0 \cdot a = 0.$$

Щоб помножити на число, записане одиницею з наступними нулями, достатньо до першого множника справа приписати стільки нулів, скільки їх є у другому множнику.

Наприклад: $286 \cdot 10 = 2860$,
 $608 \cdot 100 = 60800$,
 $421 \cdot 1000 = 421000$.

Закріплення цього матеріалу слід провести у формі фронтального опитування, використовуючи кодоплівку 1.

Кодоплівка 1.

Дайте відповіді на питання:

1. Що означає помножити число m на число n ?
2. Як називають компоненти дії множення?
3. Якою дією збільшують число на a одиниць?
4. Якою дією збільшують число у a разів?
5. Чому дорівнює добуток, коли один з множників дорівнює одиниці?
6. Чому дорівнює добуток, коли один з множників дорівнює нулю?
7. Як помножити на число, записане одиницею з наступними нулями?
8. Як зміниться добуток, якщо один з множників збільшити у 3 рази?

Основні закони множення потрібно повторювати, ілюструючи їх застосування для раціоналізації обчислень, використовуючи таку таблицю.

Таблиця 2.

Закони множення натуральних чисел

1. Переставний закон множення.

Від перестановки множників добуток не змінюється:

$$a \cdot b = b \cdot a.$$

Наприклад: $25 \cdot 639 \cdot 4 = 25 \cdot 4 \cdot 639 = 100 \cdot 639 = 63900$.

2. Сполучний закон множення.

Щоб добуток двох чисел помножити на третє число, досить перше число помножити на добуток другого і третього чисел:

$$(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c).$$

Наприклад: $(284 \cdot 125) \cdot 8 = 284 \cdot (125 \cdot 8) = 284 \cdot 1000 = 284000$.

3. Розподільний закон множення.

Щоб помножити суму на число, можна кожний доданок помножити на це число і знайдені добутки додати:

$$(a + b) \cdot c = a \cdot c + b \cdot c.$$

Наприклад: $33 \cdot 125 = (32 + 1) \cdot 125 = 32 \cdot 125 + 125 = 32(100 + 25) + 125 = 4000 + 125 = 4125$.

Кодоплівка 2 допоможе закріпити даний матеріал.

Кодоплівка 2.

Дайте відповіді на питання:

1. Як формулюється переставний закон множення. Запишіть його у буквеній формі.
2. Як формулюється сполучний закон множення. Запишіть його у буквеній формі.
3. Як формулюється розподільний закон множення. Запишіть його у буквеній формі.
4. Як можна помножити числа, що закінчуються нулями? Наведіть приклади.

Для підготовки учнів до тематичного контролю слід запропонувати самостійну роботу, використавши комп'ютерну презентацію (див. слайд 1).

Слайд 1.

Самостійна робота

Варіант 1	Варіант 2
<p>1⁰. Обчисліть: а) $704 \cdot 69 + 1424$; б) $(294 + 16) \cdot 348 - 279$.</p> <p>2⁰. Обчисліть значення виразу $856 \cdot 92 - 853 \cdot 92$ найзручнішим способом.</p> <p>3*. З одного порту в інший одночасно відійшли теплохід та катер. Швидкість теплохода дорівнює 28 км/год, а швидкість катера – 36 км/год. Яка відстань буде між ними через 5 год після початку руху?</p> <p>4*. Як зміниться добуток $108 \cdot 56$, якщо перший множник збільшити у 2 рази, а другий – у 3 рази? Чому?</p> <p>5**. Обчисліть значення виразу $43 \cdot 64 + 43 \cdot 23 - 87 \cdot 33$ зручним способом.</p>	<p>1⁰. Обчисліть: а) $412 \cdot 42 - 7304$; б) $294 + 16 \cdot (348 - 279)$.</p> <p>2⁰. Обчисліть значення виразу $943 \cdot 268 + 943 \cdot 232$ найзручнішим способом.</p> <p>3*. З одного села в одному напрямі вирушили одночасно два велосипедисти. Один з них їхав зі швидкістю 12 км/год, а другий – 9 км/год. Яка відстань буде між ними через 6 год після початку руху?</p> <p>4*. Як зміниться добуток $124 \cdot 38$, якщо перший множник збільшити у 3 рази, а другий – у 4 рази? Чому?</p> <p>5**. Обчисліть значення виразу $93 \cdot 24 - 27 \cdot 24 + 66 \cdot 76$ зручним способом.</p>

Використовуючи кодоплівку 3, формулюємо означення дії ділення.

Кодоплівка 3.

<p>Поділити число a на b – це означає знайти таке число c, що $c \cdot b = a$.</p> $\begin{array}{ccc} a & : & b = c \\ \downarrow & & \downarrow \\ \text{ділене} & & \text{дільник} \end{array}$ <p>Вираз $a : b$ показує, у скільки разів a більше від b, або b менше від a.</p> <p>Особливі випадки ділення</p> $\begin{array}{l} 0 : a = 0 \quad (0 : 25 = 0), \\ a : a = 1 \quad (25 : 25 = 1), \\ a : 1 = a \quad (25 : 1 = 25). \end{array}$ <p>На нуль ділити не можна!</p>
--

Для закріплення цього матеріалу можна використати кодоплівку 4.

Кодоплівка 4.

Дайте відповіді на питання:

1. Що означає поділити число m на число n ?
2. Як називають числа при діленні?

3. Який зв'язок між діями множення і ділення?
4. На яке число ділити не можна? Чому?
5. Поясніть, як виконується письмове ділення.
6. Чи може частка дорівнювати діленому? Наведіть приклади.

Вивчення теми «Ділення з остачею» доцільно супроводжувати демонстрацією таблиці 3.

Таблиця 3.

Ділення з остачею

Ділення одного натурального числа на інше без остачі не завжди можливе. Наприклад, при діленні 23 на 4 отримаємо неповну частку 5 і остачу 3. Записують так: $23 : 4 = 5$ (ост. 3).

Тут 23 – ділене, 4 – дільник, 5 – неповна частка, 3 – остача. Співвідношення між цими числами можна записати і так: $23 = 4 \cdot 5 + 3$.

Отже, щоб знайти ділене, треба дільник помножити на неповну частку і додати остачу.

У буквеному вигляді це записують так:

$$a = bq + r,$$

де a – ділене, b – дільник, q – неповна частка, r – остача, $r < q$. Остача завжди менша від дільника.

Якщо остачею нехтують, то неповну частку ще називають **наближеною часткою** і записують: $23 : 4 \approx 5$.

Закріпити цей матеріал допоможе кодоплівка 5.

Кодоплівка 5.

Дайте відповіді на питання:

1. Що таке ділення з остачею?
2. Як називаються числа при діленні чисел з остачею?
3. Яка залежність існує між числами при діленні з остачею?
4. Яка частка називається наближеною?
5. Коли пишуть знак наближеної рівності?

Систематизуючи відомості про дії множення і ділення, потрібно ознайомити учнів із залежностями між компонентами цих дій, сформулювати правила і закріпити їх на конкретних вправах. Цьому допоможе таблиця 4.

Таблиця 4.

Залежності між компонентами дій множення і ділення натуральних чисел

1. Щоб знайти невідомий множник, треба добуток поділити на відомий множник:
 $12x = 84$; $x = 84 : 12$; $x = 7$.
2. Щоб знайти невідоме ділене, треба дільник помножити на частку:
 $x : 21 = 16$; $x = 21 \cdot 16$; $x = 336$.
3. Щоб знайти невідомий дільник, треба ділене поділити на частку:
 $576 : x = 18$; $x = 576 : 18$; $x = 32$.

При вивченні теми «Квадрат і куб числа» спочатку слід згадати з учнями, як за допомогою добутку зручно записувати суму кількох рівних доданків, а тоді показати, як можна коротко записувати добуток, в якому всі множники рівні. Для цього варто використати кодоплівку 6.

Кодоплівка 6.

Сума однакових доданків	Добуток однакових множників
$5+5+5+5=5\cdot 4$;	$5\cdot 5\cdot 5\cdot 5=5^4$;
$3+3+3+3+3=3\cdot 5$;	$3\cdot 3\cdot 3\cdot 3\cdot 3=3^5$;
$4+4=4\cdot 2$;	$4\cdot 4=4^2$;
$\underbrace{a+a+\dots+a}_n = a\cdot n$.	$\underbrace{a\cdot a\cdot\dots\cdot a}_n = a^n$

Після цього слід ввести поняття степеня числа, основи степеня, показника степеня, квадрата і куба числа. Тут корисною буде таблиця 5.

Таблиця 5.

Степінь числа
Вираз a^n називають степенем числа a . Число a називають основою степеня , число n називають показником степеня .
Приклад: 8^5 – степінь числа 8. 8 – основа степеня, 5 – показник степеня.
Добуток двох рівних чисел $a\cdot a$ називають квадратом числа a : $a\cdot a = a^2$.
Добуток трьох рівних чисел $a\cdot a\cdot a$ називають кубом числа a : $a\cdot a\cdot a = a^3$.
Обчислення квадрата (куба) числа називають піднесенням до квадрата (куба) даного числа.

Кодоплівка 7 допоможе закріпити даний матеріал.

Кодоплівка 7.

Дайте відповіді на питання:
1. Як називають добуток двох рівних чисел? Запишіть у буквеній формі.
2. Як називають добуток трьох рівних чисел? Запишіть у буквеній формі.
3. Що означає піднести число до квадрата?
4. Що означає піднести число до куба?
5. Що таке степінь числа a ?
6. Що називають основою і показником степеня?

Систематизацію вивченого матеріалу допоможе провести самостійна робота, використавши комп'ютерну презентацію (див. слайд 2).

Слайд 2.

Самостійна робота	
Варіант 1	Варіант 2
1 ⁰ . Обчисліть: а) $256+144:16-8$; б) $(256+144):(16-8)$.	1 ⁰ . Обчисліть: а) $(256+144):16-8$; б) $256+144:(16-8)$.

<p>2⁰. Знайдіть неповну частку і остачу від ділення 2964 на 18.</p> <p>3*. Розв'яжіть рівняння $966:(x+17)=23$.</p> <p>4*. Одна із сторін трикутника в 5 разів менша від другої і на 25 см менша від третьої. Знайдіть сторони трикутника, якщо його периметр дорівнює 74 см.</p> <p>5**. Складіть числовий вираз і знайдіть його значення: сума куба числа 5 і квадрата числа 8.</p>	<p>2⁰. Знайдіть неповну частку і остачу від ділення 4848 на 106.</p> <p>3*. Розв'яжіть рівняння $1728:(56-x)=36$.</p> <p>4*. Одна із сторін трикутника у 2 рази більша за другу сторону, а друга – на 7 дм менша від третьої. Знайдіть сторони трикутника, якщо його периметр дорівнює 99 дм.</p> <p>5**. Складіть числовий вираз і знайдіть його значення: різниця квадратів чисел 6 і 2.</p>
---	--

Висновки. Результати експериментального дослідження переконують в тому, що дана методика використання наочності при вивченні множення і ділення натуральних чисел у курсі математики 5 класу сприяє кращому засвоєнню учнями навчального матеріалу, розвиває їх інтерес до математики.

Список використаних джерел:

1. Оборудование кабинета математики: Пособие для учителей / [Болтянский В.Г., Волович М.Б., Красс Э.Ю., Левитас Г.Г.] – 2-е изд., исп. и доп. – М.: Просвещение, 1981. – 191 с.
2. Математика: навчальна програма для учнів 5 – 9 класів загальноосвітніх навчальних закладів // Математика в сучасній школі. – 2012. – №10. – С. 3 – 16.
3. Сморжевський Ю.Л. Методика використання наочності на уроках математики в 5 – 6 класах: навчальний посібник / Ю.Л.Сморжевський, Л.О.Сморжевський. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2013. – 156 с.

In the article the technique of using visual aids when studying multiplication and division of integers in the mathematics grade 5.

Keywords: visual aids, types of visual aids, natural numbers, integers multiply, divide integers.

УДК 517.5

Сорич В. А., кандидат фізико-математичних наук, доцент Сорич Н. М., кандидат фізико-математичних наук, доцент СУМІСНЕ НАБЛИЖЕННЯ КЛАСІВ АНАЛІТИЧНИХ ФУНКЦІЙ СУМАМИ ФУР'Є В РІВНОМІРНІЙ МЕТРИЦІ

Знайдено асимптотичні рівності для верхніх меж величини, що характеризує сумісне наближення частинними сумами Фур'є в рівномірній метриці класів інтегралів Пуассона періодичних функцій, що належать одиничним кулям просторів L_p , $1 \leq p \leq \infty$.

Ключові слова: ядро Пуассона, сумісне наближення, суми Фур'є, простір L_p .

Вступ. У статті продовжуються дослідження, розпочаті в [1], апроксимативних властивостей величини, яка характеризує сумісне наближення згорток з ядрами Пуассона елементів одиничної кулі простору L_p , $p \geq 1$, сумами Фур'є в рівномірній метриці.

Постановка задачі: Нехай $0 < q_i < 1$, $\beta_i \in R$, $i = \overline{1, m}$. Функції вигляду $P_q^\beta(t) = \sum_{k=1}^{\infty} q^k \cos\left(kt + \frac{\beta\pi}{2}\right)$, де $0 < q < 1$, $\beta \in R$, називаються ядрами Пуассона. Ми будемо позначати далі через $P_i(t) = P_{q_i}^{\beta_i}(t)$. Нехай S_p^0 — одинична куля простору сумовних в p -му степені 2π -періодичних функцій, елементи яких ортогональні константі:

$$S_p^0 = \left\{ \varphi \mid \|\varphi\|_p = \left(\int_0^{2\pi} |\varphi(t)|^p dx \right)^{1/p} \leq 1, \int_0^{2\pi} \varphi(t) dt = 0 \right\}.$$

Якщо функція $f(x)$ є згорткою $\varphi(x) \in S_p^0$ із ядром Пуассона, то вона, як відомо (див., наприклад, [2, с. 88]), буде звуженням на дійсну вісь функції $f(z)$, аналітичної в смузі $|\operatorname{Im} z| \leq \ln \frac{1}{q}$. Тому для $\forall \varphi \in S_p^0$ всі функції $f_i = \varphi * P_i$ будуть аналітичними. Позначимо через $\sum_{n,m}(\varphi; x) = \sum_{i=1}^m (f_i(x) - S_n(f_i; x))$, де $S_n(f; x)$ — частинна сума порядку n ряду Фур'є функції $f(x)$, а функціонал

$$\varepsilon_{n,m}(S_p^0)_C = \sup_{\varphi \in S_p^0} \left\| \sum_{n,m}(\varphi; x) \right\|_C \quad (1)$$

прийнемо за величину сумісного наближення класів $\mathcal{P}_{q_i,p}^{\beta_i} = \{f \mid f = \varphi * P_i, \varphi \in S_p^0\}$ сумами Фур'є в рівномірній метриці.

В даній роботі дослідимо асимптотичну поведінку при $n \rightarrow \infty$ величини $\varepsilon_{n,m}(S_p^0)_C$, а саме виділимо головний член та вкажемо порядок залишкового члена.

Основним результатом даної роботи є наступне твердження.

Теорема 1. Якщо $0 < q_i < 1$, $\beta_i \in R$, $i = \overline{1, m}$, а $q = \max_i q_i$, $p \geq 1$, то при $n \rightarrow \infty$

$$\varepsilon_{n,m}(S_p^0)_C = \sqrt{A^2 + B^2} q^n \left(\frac{2}{\pi^{1+1/p}} \|\cos t\|_p K(p', q) + O(1) \frac{q}{n(1-q)^{S(p)}} \right), \quad (2)$$

де $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = 1$,

$$K(p', q) = \frac{1}{2^{1+1/p'}} \left\| (1 - 2q \cos t + q^2)^{-\frac{1}{2}} \right\|_p, \quad (3)$$

$$S(p) = \begin{cases} 1, & p = \infty \\ +\infty, & p = 2 \\ 2, & p = [1, +\infty) \setminus \{2\} \end{cases}, \quad (4)$$

$O(1)$ — величина, рівномірно обмежена по n, p, β_i, q_i .

Доведення. Якщо $f_i = \varphi * P_i$, то

$$f_i(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \varphi(x+t) \sum_{k=1}^{\infty} q_i^k \cos\left(kt + \frac{\beta_i \pi}{2}\right) dt.$$

Тому для $\forall \varphi \in S_p^0$ для виразу $\sum_{n,m}(\varphi; x)$ справедливе таке подання:

$$\sum_{n,m} (\varphi; x) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \varphi(x+t) \sum_{i=1}^m \sum_{k=n}^{\infty} q_i^k \cos\left(kt + \frac{\beta_i \pi}{2}\right) dt. \quad (5)$$

Якщо всі числа q_i — однакові, то

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=n}^{\infty} q_i^k \cos\left(kt + \frac{\beta_i \pi}{2}\right) = \sum_{k=n}^{\infty} q^k \left(\sum_{i=1}^m \cos \frac{\beta_i \pi}{2} \cos kt - \sum_{i=1}^m \sin \frac{\beta_i \pi}{2} \sin kt \right). \quad (6)$$

Позначимо $\sum_{i=1}^m \cos \frac{\beta_i \pi}{2} = A$, $\sum_{i=1}^m \sin \frac{\beta_i \pi}{2} = B$, тоді при $\forall k \in N$
 $A \cos kt - B \sin kt = \sqrt{A^2 + B^2} \cos\left(kt + \frac{\beta \pi}{2}\right)$, де $\operatorname{tg} \frac{\beta \pi}{2} = \frac{B}{A}$.

Тоді рівність (6) можемо записати у вигляді

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=n}^{\infty} q_i^k \cos\left(kt + \frac{\beta_i \pi}{2}\right) = \sqrt{A^2 + B^2} \sum_{k=n}^{\infty} q^k \cos\left(kt + \frac{\beta \pi}{2}\right), \quad (7)$$

де $q_i = q, i = \overline{1, m}$.

Якщо ж серед чисел q_i є різні і $q_i < q = \max_i q_i$, то $\left(\frac{q_i}{q}\right)^n = \sigma\left(\frac{1}{n^\alpha}\right)$ при довільному $\alpha > 0$. Тому при $\forall t \in R$

$$\begin{aligned} |P_{i,n}(t)| &= \left| \sum_{k=n}^{\infty} q_i^k \cos\left(kt + \frac{\beta_i \pi}{2}\right) \right| \leq \sum_{k=n}^{\infty} q_i^k = \frac{q_i^n}{1 - q_i} < \frac{1}{1 - q} q_i^n = \frac{q^n}{1 - q} \left(\frac{q_i}{q}\right)^n = \\ &= \frac{q^n}{1 - q} \sigma\left(\frac{1}{n^\alpha}\right), \forall \alpha > 0. \end{aligned} \quad (8)$$

На підставі співвідношення двоїстості (див., наприклад, [3, с. 27]) для довільної функції $K(t) \in L_{p'}$, де $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = 1, 1 \leq p \leq \infty$,

$$\sup_{\varphi \in S_p^0} \int_0^{2\pi} \varphi(t) K(t) dt = \inf_{\lambda \in R} \|K(t) - \lambda\|_{p'}. \quad (9)$$

Нехай при $\forall \varphi \in S_p^0$ $r_{n,i}(\varphi; x) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \varphi(x+t) P_{n,i}(t) dt$. Оскільки в силу оцінки (8) функції $P_{n,i}(t) \in L_{p'}$ при кожному $p' \geq 1$, а множина S_p^0 інваріантна відносно зсуву по аргументу, то з урахуванням (9) будемо мати

$$\begin{aligned} \sup_{\varphi \in S_p^0} \|r_{n,i}(\varphi; x)\|_C &= \sup_{\varphi \in S_p^0} |r_{n,i}(\varphi; 0)| = \sup_{\varphi \in S_p^0} \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \varphi(t) P_{n,i}(t) dt = \\ &= \frac{1}{\pi} \inf_{\lambda \in R} \|P_{n,i}(t) - \lambda\|_{p'} \leq \frac{1}{\pi} \|P_{n,i}(t)\|_{p'} = \frac{q^n}{1 - q} \sigma\left(\frac{1}{n^\alpha}\right). \end{aligned} \quad (10)$$

Якщо ж $q_i = q$, то розглянемо всі номери i з такою умовою та застосуємо до них той же алгоритм перетворення, який використаний був при одержанні рівності (7).

Тому, з урахуванням оцінки (10), в загальному випадку одержимо, що $\forall \varphi \in S_p^0, \forall x \in R$

$$\sum_{n,m} (\varphi; x) = \sqrt{A^2 + B^2} \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \varphi(x+t) \sum_{k=n}^{\infty} q^k \cos\left(kt + \frac{\beta\pi}{2}\right) dt + \sigma\left(\frac{1}{n^\alpha}\right) \frac{q^n}{1-q}, \quad (11)$$

де $A = \sum_{i:q_i=q} \cos \frac{\beta_i\pi}{2}$; $B = \sum_{i:q_i=q} \sin \frac{\beta_i\pi}{2}$; $\operatorname{tg} \frac{\beta\pi}{2} = \frac{B}{A}$.

Отже, при $n \rightarrow \infty$

$$\mathcal{E}_{n,m}(S_p^0)_C = \frac{\sqrt{A^2 + B^2}}{\pi} \sup_{\varphi \in S_p^0} \left\| \int_0^{2\pi} \varphi(x+t) \sum_{k=n}^{\infty} q^k \cos\left(kt + \frac{\beta\pi}{2}\right) dt \right\|_C + \sigma\left(\frac{1}{n^\alpha}\right) \frac{q^n}{1-q}. \quad (12)$$

Нехай $\mathcal{P}_{q,p}^\beta = \{f | f = \varphi * P_{q,p}^\beta, \varphi \in S_p^0\}$, тоді для $\forall \varphi \in S_p^0$ існує функція $f^*(x) \in \mathcal{P}_{q,p}^\beta$ така, що

$$\frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \varphi(x+t) \sum_{k=n}^{\infty} q^k \cos\left(kt + \frac{\beta\pi}{2}\right) dt = f^*(x) - S_n(f^*; x).$$

Тому із (12) випливає, що при $n \rightarrow \infty$

$$\mathcal{E}_{n,m}(S_p^0)_C = \sqrt{A^2 + B^2} \sup_{f \in \mathcal{P}_{q,p}^\beta} \|f(x) - S_n(f; x)\|_C + \sigma\left(\frac{1}{n^\alpha}\right) \frac{q^n}{1-q}. \quad (13)$$

Як випливає із роботи [4]

$$\sup_{f \in \mathcal{P}_{q,p}^\beta} \|f(x) - S_n(f; x)\|_C = q^n \left(\frac{2}{1 + 1/p'} \|\cos t\|_{p'} K(p', q) + O(1) \frac{q}{n(1-q)^{S(p)}} \right), \quad (14)$$

де $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = 1$, а числа $K(p', q)$ та $S(p)$ вибрані згідно співвідношень (3) – (4).

В силу довільності $\alpha > 0$ можна вважати, що $\sigma\left(\frac{1}{n^\alpha}\right) \frac{q^n}{1-q} = O(1) \frac{q^{n+1}}{n(1-q)^{S(p)}}$. Об'єднаємо дану оцінку із асимптотичними рівностями (13) та (14) і одержуємо (2). Теорема доведена.

Оскільки $\|\cos t\|_q^q = 2\sqrt{\pi} \frac{\Gamma((q+1)/2)}{\Gamma(q/2+1)}$, $q \geq 1$, де $\Gamma(\cdot)$ — гамма-функція (див., наприклад, [5, с. 383]), то теорему 1 можна сформулювати в наступному вигляді.

Теорема 2. Якщо виконуються умови теореми 1, $p > 1$, то при $n \rightarrow \infty$

$$\mathcal{E}_{n,m}(S_p^0)_C = \sqrt{A^2 + B^2} q^n \left(\frac{2^{1+1/p'} \Gamma((q+1)/2)}{\pi^{1+1/2p'} \Gamma(q/2+1)} K(p', q) + O(1) \frac{q}{n(1-q)^{S(p)}} \right), \quad (15)$$

де $A, B, p', K(p', q), O(1), S(p)$ мають той самий зміст.

Якщо $p = 1$, то $p' = \infty$ і $\|\cos t\|_\infty = 1$, $K(p', q) = \frac{1}{2} \left\| \frac{1}{\sqrt{1-2q \cos t + q^2}} \right\|_\infty = \frac{1}{2(1-q)}$, то теорема 1 набуває вигляду:

Теорема 3. Якщо числа q_i , β_i ($i = \overline{1, m}$), q , задовольняють умови теореми 1, то при $n \rightarrow \infty$

$$\mathcal{E}_{n,m}(S_1^0)_C = \sqrt{A^2 + B^2} q^n \left(\frac{1}{\pi(1-q)} + O(1) \frac{q}{n(1-q)^2} \right). \quad (16)$$

Якщо ж $p = \infty$, то $p' = 1$ і $\|\cos t\|_1 = 4$, $K(1, q) = \frac{1}{4} \left\| \frac{1}{\sqrt{1-2q \cos t + q^2}} \right\|_1 = \int_0^{\pi/2} \frac{dt}{\sqrt{1-2q \cos t + q^2}} = K(q)$, де $K(q)$ — повний еліптичний інтеграл першого роду. В цьому випадку із теореми 1 одержимо твердження.

Теорема 4. Якщо числа q_i , β_i ($i = \overline{1, m}$), q , задовольняють умови теореми 1, то при $n \rightarrow \infty$

$$\mathcal{E}_{n,m}(S_\infty^0)_C = \sqrt{A^2 + B^2} q^n \left(\frac{8}{\pi^2} K(q) + O(1) \frac{q}{n(1-q)} \right). \quad (17)$$

Цей результат був одержаний авторами у роботі [1].

Асимптотична рівність (2) має простий вигляд при $p = 2$. Щоб одержати його, скористаємося двоїстими співвідношеннями (9) при $p = p' = 2$. Маємо, згідно (12) та інваріантності кулі S_2^0 відносно зсуву по аргументу

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{n,m}(S_2^0)_C &= \frac{\sqrt{A^2 + B^2}}{\pi} \sup_{\varphi \in S_2^0} \left\| \int_0^{2\pi} \varphi(x+t) \sum_{k=n}^{\infty} q^k \cos\left(kt + \frac{\beta\pi}{2}\right) dt \right\|_C + \\ &+ \sigma\left(\frac{1}{n^\alpha}\right) \frac{q^n}{1-q} = \frac{\sqrt{A^2 + B^2}}{\pi} \sup_{\varphi \in S_2^0} \int_0^{2\pi} \varphi(t) \mathcal{P}_{n,q}^\beta(t) dt + \sigma\left(\frac{1}{n^\alpha}\right) \frac{q^n}{1-q} = \\ &= \frac{\sqrt{A^2 + B^2}}{\pi} \inf_{\lambda \in \mathbb{R}} \left\| \mathcal{P}_{n,q}^\beta(t) - \lambda \right\|_2 + \sigma\left(\frac{1}{n^\alpha}\right) \frac{q^n}{1-q}. \end{aligned}$$

Далі застосуємо рівність Парсеваля і будемо мати

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{n,m}(S_2^0)_C &= \frac{\sqrt{A^2 + B^2}}{\sqrt{\pi}} \inf_{\lambda \in \mathbb{R}} \sqrt{\lambda^2 + \sum_{k=n}^{\infty} q^{2k} + \sigma\left(\frac{1}{n^\alpha}\right) \frac{q^n}{1-q}} = \\ &= \sqrt{\frac{A^2 + B^2}{\pi} \frac{q^n}{\sqrt{1-q^2}}} + \sigma\left(\frac{1}{n^\alpha}\right) \frac{q^n}{n(1-q)} = \sqrt{\frac{A^2 + B^2}{\pi(1-q^2)}} q^n \left(1 + O(1) \frac{1}{n(1-q)}\right). \end{aligned}$$

Список використаних джерел:

1. Сорич В. А. Наближення сум згортки 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. Бари Н. К. Тригонометрические ряды/ Н. К. Бари — М: Гос. изд-во физ.-мат. литературы, 1961, — 936 с.

3. Корнейчук Н. П. Точные константы в теории приближения / Н. П. Корнейчук — М: Наука, 1987, — 423 с.

4. Сердюк А. С. Наближення класів аналітичних функцій сумами Фур'є в рівномірній метриці /А. С. Сердюк//Укр. мат. журн.— 2005. — 57, №8. — С. 1079 - 1096.

5. Градштейн И. С. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений / И. С. Градштейн, И. М. Рыжик // М.: Физматгиз, 1963. — 1100 с.

We find asymptotic equalities for upper bounds of quantity characterizing the joint approximation by Fourier partial sums in the uniform metric on classes of Poisson integrals of periodic functions belonging to unit balls of spaces L_p , $1 \leq p \leq \infty$.

Keywords: Poisson's kernel, joint approximation, Fourier sums, space L_p .

УДК 517.5

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

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

СУМІСНЕ НАБЛИЖЕННЯ ЛІНІЙНИХ КОМБІНАЦІЙ ЯДЕР ТИПУ ПУАССОНА СУМАМИ ФУР'Є В МЕТРИЦІ L

Одержано асимптотично непокрацувані рівності для верхніх меж наближень частинними сумами Фур'є лінійних комбінацій згорток з ядрами типу Пуассона.

Ключові слова: сумісне наближення, ядро типу Пуассона, сума Фур'є.

Вступ. Нехай $f(x)$ – 2π -періодична сумовна функція і $S[f] = \frac{a_0}{2} + (\sum_{k=1}^{\infty} a_k(f) \cos kx + b_k(f) \sin kx) = \sum_{k=0}^{\infty} A_k(f; x)$ – її ряд Фур'є. Нехай далі $\psi_1(k)$, $\psi_2(k)$ – числові послідовності. Якщо для функції $f(x)$ тригонометричний ряд $\sum_{k=0}^{\infty} (\psi_1(k)A_k(f; x) + \psi_2(k)\tilde{A}_k(f; x))$, де $\tilde{A}_k(f; x) = a_k \sin kx - b_k \cos kx$, є рядом Фур'є деякої функції $F(x)$, то $F(x)$, наслідуючи Степанця О.І. [1], назвемо $\bar{\psi}$ -інтегралом функції $f(x)$ ($F(x) = I^{\bar{\psi}}(f; x)$), а функцію $f(x)$ назвемо $\bar{\psi}$ -похідною функції $F(x)$ ($f(x) = F^{\bar{\psi}}(x)$). Множину $\bar{\psi}$ -інтегралів всіх сумовних 2π -періодичних функцій позначимо через $L^{\bar{\psi}}$, а підмножину неперервних функцій із $L^{\bar{\psi}}$ – через $C^{\bar{\psi}}$.

Якщо для функції $f(x) \in C^{\bar{\psi}}$ $\|f^{\bar{\psi}}\|_{\infty} = \text{esssup}_x |f^{\bar{\psi}}| \leq 1$, то будемо писати, що $f(x) \in C_{\infty}^{\bar{\psi}}$.

Через D_q ($0 \leq q \leq 1$) позначимо множину послідовностей $\psi(k)$, для яких $\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\psi(k+1)}{\psi(k)} = q$. Згідно роботи [2] будемо казати, що пара $\bar{\varphi} = (\varphi_1(k); \varphi_2(k))$ L -передуює парі $\bar{\psi} = (\psi_1(k); \psi_2(k))$ ($\bar{\varphi} \leq \bar{\psi}$), якщо $L^{\bar{\psi}} \subseteq L^{\bar{\varphi}}$, причому, як показано в [2], для будь-якої функції $f(x) \in L^{\bar{\psi}}$ існує $f^{\bar{\varphi}}(x)$ і $f^{\bar{\varphi}}(x) \in L^{\bar{\eta}}$, де $\bar{\eta} = (\eta_1(k); \eta_2(k))$,

$$\eta_1(k) = \frac{\psi_1(k)\varphi_1(k) + \psi_2(k)\varphi_2(k)}{\bar{\varphi}^2(k)}; \eta_2(k) = \frac{\psi_2(k)\varphi_1(k) - \psi_1(k)\varphi_2(k)}{\bar{\varphi}^2(k)}, \quad (1)$$

$$\bar{\varphi}^2(k) = \varphi_1^2(k) + \varphi_2^2(k), \text{ а також } \bar{\varphi}(k) \cdot \bar{\eta}(k) = \bar{\psi}(k), k \in N. \quad (2)$$

Постановка задачі.

У даній роботі досліджується асимптотична поведінка при $n \rightarrow \infty$ величини

$$\varepsilon_{n,m} \left(C_{\infty}^{\bar{\psi}} \right) = \min_{f(x) \in C_{\infty}^{\bar{\psi}}} \left\| \sum_{i=1}^m \bar{\varphi}_i(n) \left(f^{\bar{\varphi}_i}(x) - S_n(f^{\bar{\varphi}_i}; x) \right) \right\|_C, \quad (3)$$

при умові, що пари $\bar{\varphi}_i = (\varphi_{i,1}(k); \varphi_{i,2}(k))$ L -передують парі $\bar{\psi} = (\psi_1(k); \psi_2(k))$, а $S_n(f; x)$ – сума Фур’є порядку n функції $f(x)$. Крім того, на послідовності $\varphi_{i,1}(k), \varphi_{i,2}(k), \psi_1(k), \psi_2(k)$ накладаються наступні обмеження: якщо для $f(x) \in C_{\infty}^{\bar{\psi}}$ існує $f^{\bar{\varphi}_i}(x)$ і $f^{\bar{\varphi}_i}(x) \in C_{\infty}^{\bar{\eta}_i}$ ($\eta_i = (\eta_{i,1}(k); \eta_{i,2}(k))$ див. (1)), то $\eta_{i,1} \in D_{q_{i,1}}, \eta_{i,2} \in D_{q_{i,2}}$, де $q_{i,1}, q_{i,2} \in (0; 1), i = \overline{1, m}$.

Допоміжні твердження.

Позначимо через

$$\sum_{n,m} (f; x) = \sum_{i=1}^m \bar{\varphi}_i(n) \left(f^{\bar{\varphi}_i}(x) - S_n(f^{\bar{\varphi}_i}; x) \right). \quad (4)$$

Спочатку у виразі $\sum_{n,m} (f; x)$ виділимо головну частину в асимптотичній поведінці при $n \rightarrow \infty$.

Теорема 1. Якщо пари $\bar{\varphi}_i$ L -передують парі $\bar{\psi}$, причому пари $\bar{\eta}_i = (\eta_{i,1}(k); \eta_{i,2}(k))$ задовольняють рівностям

$$\begin{aligned} \eta_{i,1}(k) &= \frac{\psi_1(k)\varphi_{i,1}(k) + \psi_2(k)\varphi_{i,2}(k)}{\bar{\varphi}_i^2(k)}; \\ \eta_{i,2}(k) &= \frac{\psi_2(k)\varphi_{i,1}(k) - \psi_1(k)\varphi_{i,2}(k)}{\bar{\varphi}_i^2(k)}, \end{aligned} \quad (5)$$

і $\eta_{i,1} \in D_{q_{i,1}}, \eta_{i,2} \in D_{q_{i,2}}, 0 < q_{i,1}, q_{i,2} < 1, i = \overline{1, m}$, то для будь-якої функції $f(x) \in C_{\infty}^{\bar{\psi}}$ при $n \rightarrow \infty$ справедлива асимптотична рівність

$$\begin{aligned} & \sum_{n,m} (f; x) = \\ &= \frac{\bar{\psi}(n)}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f^{\bar{\psi}}(x-t) \sum_{i=1}^m (g_i(t) \cos(nt - \gamma_{n,i}) - h_i(t) \sin(nt - \gamma_{n,i})) dt + \\ & \quad + O(1) \bar{\psi}(n) \sum_{i=1}^m \left(\frac{\varepsilon_{n,i}}{(1 - \bar{q}_i)^2} + \frac{\alpha_{n,i}}{1 - \bar{q}_i} \right), \end{aligned} \quad (6)$$

де $\bar{q}_i = \max\{q_{i,1}; q_{i,2}\}, \bar{\psi}(n) = \sqrt{\psi_1^2(n) + \psi_2^2(n)}$,

$$g_i(t) = \frac{1 - \bar{q}_i \cos t}{1 - 2\bar{q}_i \cos t + q_i^2}; \quad h_i(t) = \frac{\bar{q}_i \sin t}{1 - 2\bar{q}_i \cos t + q_i^2},$$

$$\gamma_{n,i} = \begin{cases} \operatorname{arctg} \frac{\eta_{i,2}(n)}{\eta_{i,1}(n)}, & \text{якщо } q_{i,1} = q_{i,2}; \\ \frac{\pi}{2}, & \text{якщо } q_{i,1} < q_{i,2}; \\ 0, & \text{якщо } q_{i,1} > q_{i,2}, \end{cases}$$

$$\varepsilon_{n,i} = \max\{\varepsilon'_{n,i}; \varepsilon''_{n,i}\},$$

$$\varepsilon'_{n,i} = \sup_{k \geq n} \left| \frac{\eta_{i,1}(k+1)}{\eta_{i,1}(k)} - q_{i,1} \right|, \quad \varepsilon''_{n,i} = \sup_{k \geq n} \left| \frac{\eta_{i,2}(k+1)}{\eta_{i,2}(k)} - q_{i,2} \right|,$$

$$\alpha_{n,i} = \max\{\alpha'_{n,i}; \alpha''_{n,i}\},$$

$$\alpha'_{n,i} = \frac{\eta_{i,1}(n)}{\eta_i(n)}; \quad \alpha''_{n,i} = 1 - \frac{|\eta_{i,1}(n)|}{\eta_i(n)},$$

$\mathcal{O}(1)$ – величина рівномірно обмежена по $\eta_{i,1}, \eta_{i,2}, n, f$.

Доведення. В роботі [3] досліджувалась асимптотична поведінка при $n \rightarrow \infty$ величини

$$\varepsilon_n \left(C_{\infty}^{\bar{\psi}} \right)_C = \sup_{f \in C_{\infty}^{\bar{\psi}}} \|f(x) - S_n(f; x)\|_C$$

при умові, що в парі $\bar{\psi} = (\psi_1(k); \psi_2(k))$, $\psi_1 \in D_{q_1}, \psi_2 \in D_{q_2}$ і $q_1, q_2 \in (0; 1)$. Було показано, що

$$\varepsilon_n \left(C_{\infty}^{\bar{\psi}} \right)_C = \sqrt{\psi_1^2(n) + \psi_2^2(n)} \left(\frac{8}{\pi^2} K(q) + \mathcal{O}(1) \left(\frac{q}{n(1-q)} + \frac{\varepsilon_n}{(1-q)^2} \right) \right), \quad (7)$$

де

$$q = \max\{q_1; q_2\}, \quad K(q) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{dn}{\sqrt{1 - q^2 \sin^2 n}}$$

$$\varepsilon_n^{(i)} = \sup_{k \geq n} \left| \frac{\psi_i(k+1)}{\psi_i(k)} - q_i \right|, \quad i = \overline{1, m},$$

$$\varepsilon_n = \begin{cases} \max\{\varepsilon_n^{(1)}; \varepsilon_n^{(2)}\}, & \text{якщо } q_1 = q_2, \\ \varepsilon_n^{(1)}, & \text{якщо } q_1 > q_2, \\ \varepsilon_n^{(2)}, & \text{якщо } q_1 < q_2, \end{cases} \quad (8)$$

$\mathcal{O}(1)$ – величина рівномірно обмежена по ψ_1, ψ_2, n .

При доведенні асимптотичної рівності (7) були одержані такі співвідношення:

1) якщо $q_1 = q_2 = q$, то

$$\Psi_n(t) = \sum_{k=n}^{\infty} (\psi_1(k) \cos kt + \psi_2(k) \sin kt) =$$

$$= \sqrt{\psi_1^2(n) + \psi_2^2(n)} \left(q^{-n} \sum_{k=n}^{\infty} q^k \cos(kt - \gamma_n) + \mathcal{O}(1) \frac{\varepsilon_n}{(1-q)^2} \right),$$

де $\gamma_n = \operatorname{arctg} \frac{\psi_2(n)}{\psi_1(n)}$;

2) якщо $q_1 < q_2 = q$, то

$$\Psi_n(t) = \sqrt{\psi_1^2(n) + \psi_2^2(n)} \left(q^{-n} \sum_{k=n}^{\infty} q^k \sin kt + \mathcal{O}(1) \left(\frac{\varepsilon_n}{(1-q)^2} + \frac{\alpha_n}{1-q} \right) \right),$$

де $\alpha_n = \max\{\alpha_n^{(1)}; \alpha_n^{(2)}\}$,

$$\alpha_n^{(1)} = \frac{\psi_1(n)}{\sqrt{\psi_1^2(n) + \psi_2^2(n)}}; \quad \alpha_n^{(2)} = 1 - \frac{|\psi_2(n)|}{\sqrt{\psi_1^2(n) + \psi_2^2(n)}};$$

3) якщо $q = q_1 > q_2$, то

$$\Psi_n(t) = \sqrt{\psi_1^2(n) + \psi_2^2(n)} \left(q^{-n} \sum_{k=n}^{\infty} q^k \cos kt + \mathcal{O}(1) \left(\frac{\varepsilon_n}{(1-q)^2} + \frac{\alpha_n}{1-q} \right) \right),$$

де ε_n, α_n – означені так, як раніше.

Позначимо $\sqrt{\psi_1^2(n) + \psi_2^2(n)} = \bar{\psi}(n)$,

$$\gamma_n = \begin{cases} \operatorname{arctg} \frac{\psi_2(n)}{\psi_1(n)}, & \text{якщо } q_1 = q_2; \\ \frac{\pi}{2}, & \text{якщо } q_1 < q_2; \\ 0, & \text{якщо } q_1 > q_2, \end{cases} \quad (9)$$

тоді у всіх випадках співвідношень між числами q_1 та q_2 для функції $\Psi_n(t)$ будемо мати

$$\Psi_n(t) = \bar{\psi}(n) \left(q^{-n} \sum_{k=n}^{\infty} q^k \cos(kt - \gamma_n) + \mathcal{O}(1) \left(\frac{\varepsilon_n}{(1-q)^2} + \frac{\alpha_n}{1-q} \right) \right), \quad (10)$$

де $q = \max\{q_1; q_2\}$, а γ_n вибрані згідно (9).

Перейдемо до розгляду виразу $\sum_{n,m}(f)$ (див. (4)). Якщо пара $\varphi_i = (\varphi_{i,1}(k); \varphi_{i,2}(k))$ L -передуює парі $\psi = (\psi_1(k); \psi_2(k))$, то для $f(x) \in C_{\infty}^{\bar{\psi}}$ згідно роботи [2] існує $f^{\bar{\varphi}_i}(x) \in C_{\infty}^{\bar{\eta}_i}$. Якщо у парі $\bar{\eta}_i = (\eta_{i,1}(k); \eta_{i,2}(k))$ $\eta_{i,1} \in D_{q_{i,1}}, \eta_{i,2} \in D_{q_{i,2}}$, то згідно (9)

$$\begin{aligned} & f^{\bar{\varphi}_i}(x) - S_n(f^{\bar{\varphi}_i}; x) = \\ &= \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f^{\bar{\psi}}(x-t) \sum_{k=n}^{\infty} (\eta_{i,1}(k) \cos kt + \eta_{i,2} \sin kt) dt = \\ &= \frac{\bar{\eta}_i(n)}{\pi} (\bar{q}_i^{-n}) \int_{-\pi}^{\pi} f^{\bar{\psi}}(x-t) \sum_{k=n}^{\infty} \bar{q}_i^k \cos(kt - \gamma_{n,i}) dt + \mathcal{O}(1) \left(\frac{\varepsilon_{n,i}}{(1-\bar{q}_i)^2} + \frac{\alpha_{n,i}}{1-\bar{q}_i} \right), \quad (11) \end{aligned}$$

де $\bar{q}_i = \max\{q_{i,1}; q_{i,2}\}$;

$$\varepsilon_{n,i} = \max\{\varepsilon'_{n,i}; \varepsilon''_{n,i}\},$$

$$\varepsilon'_{n,i} = \sup_{k \geq n} \left| \frac{\eta_{i,1}(k+1)}{\eta_{i,1}(k)} - q_{i,1} \right|, \quad \varepsilon''_{n,i} = \sup_{k \geq n} \left| \frac{\eta_{i,2}(k+1)}{\eta_{i,2}(k)} - q_{i,2} \right|,$$

$$\alpha_{n,i} = \max\{\alpha'_{n,i}; \alpha''_{n,i}\}, \quad \alpha'_{n,i} = \frac{\eta_{i,1}(n)}{\eta_i(n)}; \quad \alpha''_{n,i} = 1 - \frac{|\eta_{i,1}(n)|}{\eta_i(n)},$$

числа $\gamma_{n,i}$ вибрані згідно (10) щодо $q_{i,1}$ та $q_{i,2}$. Тому

$$\sum_{n,m} (f; x) =$$

$$= \sum_{i=1}^m \bar{\varphi}_i(n) \bar{\eta}_i(n) \left(\frac{\bar{q}_i^{-n}}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f \bar{\psi}(x-t) \sum_{k=n}^{\infty} \bar{q}_i^k \cos(kt - \gamma_{n,i}) dt + \mathcal{O}(1) \left(\frac{\varepsilon_{n,i}}{(1 - \bar{q}_i)^2} + \frac{\alpha_{n,i}}{1 - \bar{q}_i} \right) \right).$$

Врахуємо співвідношення (2) і отримаємо

$$\sum_{n,m} (f; x) = \frac{\bar{\psi}(n)}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f \bar{\psi}(x-t) \sum_{i=1}^m \sum_{k=n}^{\infty} \bar{q}_i^{k-n} \cos(kt - \gamma_{n,i}) dt +$$

$$+ \mathcal{O}(1) \bar{\psi}(n) \sum_{i=1}^m \left(\frac{\varepsilon_{n,i}}{(1 - \bar{q}_i)^2} + \frac{\alpha_{n,i}}{1 - \bar{q}_i} \right). \quad (12)$$

Нехай

$$g_i(t) = \sum_{k=0}^{\infty} \bar{q}_i^k \cos kt, \quad h_i(t) = \sum_{k=0}^{\infty} \bar{q}_i^k \sin kt,$$

тоді

$$g_i(t) = \frac{1 - \bar{q}_i \cos t}{1 - 2\bar{q}_i \cos t + \bar{q}_i^2}, \quad h_i(t) = \frac{\bar{q}_i \sin t}{1 - 2\bar{q}_i \cos t + \bar{q}_i^2},$$

і, крім того,

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=n}^{\infty} \bar{q}_i^{k-n} \cos(kt - \gamma_{n,i}) = \sum_{i=1}^m (g_i(t) \cos(kt - \gamma_{n,i}) - h_i(t) \sin(kt - \gamma_{n,i})). \quad (13)$$

Об'єднаємо співвідношення (12) та (13):

$$\sum_{n,m} (f; x) =$$

$$= \frac{\bar{\psi}(n)}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f \bar{\psi}(x-t) \sum_{i=1}^m (g_i(t) \cos(nt - \gamma_{n,i}) - h_i(t) \sin(nt - \gamma_{n,i})) dt +$$

$$+ \mathcal{O}(1) \bar{\psi}(n) \sum_{i=1}^m \left(\frac{\varepsilon_{n,i}}{(1 - \bar{q}_i)^2} + \frac{\alpha_{n,i}}{1 - \bar{q}_i} \right),$$

Теорема доведена.

Основні результати.

А тепер знайдемо асимптотичну поведінку при $n \rightarrow \infty$ величини $\varepsilon_{n,m} \left(C_{\infty}^{\bar{\psi}} \right)_C$. Як випливає із (3) та (4)

$$\varepsilon_{n,m} \left(C_{\infty}^{\bar{\psi}} \right)_C = \sup_{f \in C_{\infty}^{\bar{\psi}}} \left\| \sum_{n,m} (f; x) \right\|_C,$$

тому з урахуванням теореми 1, маємо

$$\begin{aligned} & \varepsilon_{n,m} \left(C_{\infty}^{\bar{\psi}} \right)_C = \\ &= \frac{\bar{\psi}(n)}{\pi} \sup_{f \in C_{\infty}^{\bar{\psi}}} \left\| \int_{-\pi}^{\pi} f \bar{\psi}(x-t) \sum_{i=1}^m (g_i(t) \cos(nt - \gamma_{n,i}) + h_i(t) \sin(nt - \gamma_{n,i})) dt \right\|_C + \\ & \quad + \mathcal{O}(1) \bar{\psi}(n) \sum_{i=1}^m \left(\frac{\varepsilon_{n,i}}{(1 - \bar{q}_i)^2} + \frac{\alpha_{n,i}}{1 - \bar{q}_i} \right) = \\ &= \frac{\bar{\psi}(n)}{\pi} \sup_{\|\varphi\|_{\infty} \leq 1, \varphi \perp 1} \left\| \int_{-\pi}^{\pi} f \bar{\psi}(x-t) \sum_{i=1}^m (g_i(t) \cos(nt - \gamma_{n,i}) - h_i(t) \sin(nt - \gamma_{n,i})) dt \right\|_C + \\ & \quad + \mathcal{O}(1) \bar{\psi}(n) \sum_{i=1}^m \left(\frac{\varepsilon_{n,i}}{(1 - \bar{q}_i)^2} + \frac{\alpha_{n,i}}{1 - \bar{q}_i} \right). \end{aligned} \quad (14)$$

Для першого доданку в (14), використовуючи результати роботи авторів [4], можна одержати наступну рівність:

$$\begin{aligned} & \sup_{\|\varphi\|_{\infty} \leq 1, \varphi \perp 1} \left\| \int_{-\pi}^{\pi} \varphi(x-t) \sum_{i=1}^m (g_i(t) \cos(nt - \gamma_{n,i}) - h_i(t) \sin(nt - \gamma_{n,i})) dt \right\|_C = \\ &= \frac{2}{\pi} \left(M + \mathcal{O}(1) \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \frac{\bar{q}_i}{1 - \bar{q}_i} \right), n \rightarrow \infty, \end{aligned} \quad (15)$$

де

$$\begin{aligned} M &= \int_{-\pi}^{\pi} \sqrt{A^2(t) + B^2(t)} dt, \\ A(t) &= \sum_{i=1}^m (g_i(t) \cos \gamma_{n,i} + h_i(t) \sin \gamma_{n,i}), B(t) = \sum_{i=1}^m (g_i(t) \sin \gamma_{n,i} - h_i(t) \cos \gamma_{n,i}). \end{aligned} \quad (16)$$

Об'єднаємо співвідношення (14) та (15) і одержуємо асимптотичну поведінку величини $\varepsilon_{n,m} \left(C_{\infty}^{\bar{\psi}} \right)_C$.

Теорема 2. Якщо пари $\bar{\varphi}_i$ L -передують парі $\bar{\psi}$, пари $\bar{\eta}_i$ вибрані згідно (5), причому $\eta_{i,1} \in D_{q_{i,1}}, \eta_{i,2} \in D_{q_{i,2}}, q_{i,1}, q_{i,2} \in (0; 1), i = \overline{1, m}$ то справедлива рівність

$$\begin{aligned} & \varepsilon_{n,m} \left(C_{\infty}^{\bar{\psi}} \right)_C = \\ &= \frac{2\bar{\psi}(n)}{\pi^2} \left(M + \mathcal{O}(1) \sum_{i=1}^m \left(\frac{\varepsilon_{n,i}}{(1 - \bar{q}_i)^2} + \frac{\alpha_{n,i}}{1 - \bar{q}_i} + \frac{\bar{q}_i}{n(1 - \bar{q}_i)} \right) \right), n \rightarrow \infty, \end{aligned} \quad (17)$$

де

$$M = \int_{-\pi}^{\pi} \sqrt{A^2(t) + B^2(t)} dt,$$

$$A(t) = \sum_{i=1}^m (g_i(t) \cos \gamma_{n,i} + h_i(t) \sin \gamma_{n,i}), B(t) = \sum_{i=1}^m (g_i(t) \sin \gamma_{n,i} - h_i(t) \cos \gamma_{n,i}).$$

$$g_i(t) = \frac{1 - \bar{q}_i \cos t}{1 - 2\bar{q}_i \cos t + \bar{q}_i^2}, h_i(t) = \frac{\bar{q}_i \sin t}{1 - 2\bar{q}_i \cos t + \bar{q}_i^2}, \bar{q}_i = \max\{q_{i,1}; q_{i,2}\},$$

$$\gamma_{n,i} = \begin{cases} \arctg \frac{\eta_{i,2}(n)}{\eta_{i,1}(n)}, & \text{якщо } q_{i,1} = q_{i,2}; \\ \frac{\pi}{2}, & \text{якщо } q_{i,1} < q_{i,2}; \\ 0, & \text{якщо } q_{i,1} > q_{i,2}, \end{cases}$$

$$\varepsilon_{n,i} = \max\{\varepsilon'_{n,i}; \varepsilon''_{n,i}\},$$

$$\varepsilon'_{n,i} = \sup_{k \geq n} \left| \frac{\eta_{i,1}(k+1)}{\eta_{i,1}(k)} - q_{i,1} \right|, \varepsilon''_{n,i} = \sup_{k \geq n} \left| \frac{\eta_{i,2}(k+1)}{\eta_{i,2}(k)} - q_{i,2} \right|,$$

$$\alpha_{n,i} = \max\{\alpha'_{n,i}; \alpha''_{n,i}\},$$

$$\alpha'_{n,i} = \frac{\eta_{i,1}(n)}{\eta_i(n)}; \alpha''_{n,i} = 1 - \frac{|\eta_{i,1}(n)|}{\eta_i(n)},$$

$$\bar{\psi}(n) = \sqrt{\psi_1^2(n) + \psi_2^2(n)}, \quad \bar{\eta}_i(n) = \sqrt{\eta_{i,1}^2(n) + \eta_{i,2}^2(n)},$$

$\mathcal{O}(1)$ – величина рівномірно обмежена по $n, \bar{\psi}, \bar{\varphi}_i$.

В роботі [3] було зауважено, що рівність (7) залишається справедливою, якщо послідовності ψ_1 та ψ_2 належать класам D_{q_1} та D_{q_2} відповідно при $|q_1| < 1$ та $|q_2| < 1$. Наслідуючи авторів [3] можна показати, що аналогами асимптотичної рівності (10) будуть наступні рівності

$$\Psi_n(t) = \bar{\psi}(n) \left(\text{sign } \psi_1(n) q_1^{-n} \sum_{k=n}^{\infty} q_1^k \cos kt + \mathcal{O}(1) \left(\frac{\varepsilon_n}{(1-q)^2} + \frac{\alpha_n}{1-q} \right) \right),$$

при $|q_2| < |q_1|$,

(10')

$$\Psi_n(t) = \bar{\psi}(n) \left(\text{sign } \psi_2(n) q_2^{-n} \sum_{k=n}^{\infty} q_2^k \sin kt + \mathcal{O}(1) \left(\frac{\varepsilon_n}{(1-q)^2} + \frac{\alpha_n}{1-q} \right) \right),$$

при $|q_1| < |q_2|$,

(10'')

$$\Psi_n(t) = \bar{\psi}(n) \left(\text{sign } \psi_1(n) q_1^{-n} \sum_{k=n}^{\infty} q_1^k \cos \left(kt - \arctg \frac{\psi_2(n)}{\psi_1(n)} \right) + \mathcal{O}(1) \left(\frac{\varepsilon_n}{(1-q)^2} + \frac{\alpha_n}{1-q} \right) \right),$$

якщо $q_1 = q_2$,

$$\Psi_n(t) =$$
(10''')

$$\begin{aligned}
&= \bar{\psi}(n) \left[\left(\sum_{k=0}^{\infty} q_1^k \cos kt - \sum_{k=1}^{\infty} (-q_1)^k \sin kt \right) \cos nt + \right. \\
&\quad \left. + \left(\sum_{k=1}^{\infty} (-q_1)^k \cos kt - \sum_{k=0}^{\infty} q_1^k \sin kt \right) \sin nt \right. \\
&\quad \left. + \mathcal{O}(1) \left(\frac{\varepsilon_n}{(1-q)^2} + \frac{\alpha_n}{1-q} \right) \right], \text{ якщо } q_1 = -q_2, \quad (10''''')
\end{aligned}$$

де $q = \max\{|q_1|; |q_2|\}$, а ε_n, α_n означаються так, як і раніше.

Нехай

$$c_{i,n} = \begin{cases} \text{sign } \eta_{i,2}(n), & \text{якщо } |q_{i,1}| < |q_{i,2}|, \\ \text{sign } \eta_{i,1}(n), & \text{якщо } |q_{i,1}| > |q_{i,2}|, \\ 1, & \text{якщо } q_{i,1} = q_{i,2}, \end{cases} \quad (18)$$

де $\eta_{i,1}(n), \eta_{i,2}(n)$ – послідовності, що визначають клас $C_{\infty}^{\bar{\eta}_i}$, якому належать функції $f^{\bar{\varphi}_i}(x)$ при $f(x) \in C_{\infty}^{\bar{\psi}}$.

Тоді будуть справедливі твердження аналогічні теоремам 1 та 2.

Теорема 3. Якщо пари $\bar{\varphi}_i$ L -передують парі $\bar{\psi}$, пари $\bar{\eta}_i$ вибрані згідно (5), причому $\eta_{i,1} \in D_{q_{i,1}}, \eta_{i,2} \in D_{q_{i,2}}, |q_{i,1}| < 1, |q_{i,2}| < 1, i = \overline{1, m}$, то для будь-якої функції $f \in C_{\infty}^{\bar{\psi}}$ при $n \rightarrow \infty$

$$\begin{aligned}
&\sum_{n,m} (f; x) = \\
&= \frac{\bar{\psi}(n)}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f^{\bar{\psi}}(x-t) \times \\
&\times \left[\sum_{i=1}^m c_{i,n} (\bar{g}_i(t) \cos \gamma_{n,i} + \bar{h}_i(t) \sin \gamma_{n,i}) \cos nt \right. \\
&\quad \left. + \sum_{i=1}^m c_{i,n} (\bar{g}_i(t) \sin \gamma_{n,i} - \bar{h}_i(t) \cos \gamma_{n,i}) \sin nt \right] dt + \\
&\quad + \mathcal{O}(1) \sum_{i=1}^m \left(\frac{\varepsilon_{n,i}}{(1-|\bar{q}_i|)^2} + \frac{\alpha_{n,i}}{1-|\bar{q}_i|} \right),
\end{aligned}$$

де $|\bar{q}_i| = \max\{|q_{i,1}|; |q_{i,2}|\}$,

$$\bar{g}_i(t) = \frac{1 - \bar{q}_i \cos t}{1 - 2\bar{q}_i \cos t + \bar{q}_i^2}, \quad \bar{h}_i(t) = \frac{\bar{q}_i \sin t}{1 - 2\bar{q}_i \cos t + \bar{q}_i^2},$$

$\varepsilon_{n,i}, \alpha_{n,i}, \mathcal{O}(1)$ – мають той же зміст, що у теоремі 1.

Теорема 4. Якщо виконуються умови теореми 3, то справедлива асимптотична рівність (17), в якій

$$M = \int_{-\pi}^{\pi} \sqrt{\bar{A}^2(t) + \bar{B}^2(t)} dt,$$

$$\bar{A}(t) = \sum_{i=1}^m c_{i,n} (\bar{g}_i(t) \cos \gamma_{n,i} + \bar{h}_i(t) \sin \gamma_{n,i}), \bar{B}(t) = \sum_{i=1}^m c_{i,n} (\bar{g}_i(t) \sin \gamma_{n,i} - \bar{h}_i(t) \cos \gamma_{n,i}),$$

$c_{i,n}$ вибрані згідно (18), $\bar{g}_i(t)$, $\bar{h}_i(t)$ означені в теоремі 3, $\varepsilon_{n,i}$, $\alpha_{n,i}$ – в теоремі 1, причому, якщо $q_{i_0,1} = q_{i_0,2}$, то

$$c_{i_0,n} (\bar{g}_{i_0}(t) \cos \gamma_{n,i_0} + \bar{h}_{i_0}(t) \sin \gamma_{n,i_0}) = \frac{q_{i_0,1} \cos t}{1 - 2 q_{i_0,1} \cos t + q_{i_0,1}^2} + \frac{q_{i_0,1} \sin t}{1 + 2 q_{i_0,1} \cos t + q_{i_0,1}^2},$$

а

$$c_{i_0,n} (\bar{g}_{i_0}(t) \sin \gamma_{n,i_0} - \bar{h}_{i_0}(t) \cos \gamma_{n,i_0}) = \frac{1 + q_{i_0,1} \cos t}{1 + 2 q_{i_0,1} \cos t + q_{i_0,1}^2} - \frac{q_{i_0,1} \sin t}{1 - 2 q_{i_0,1} \cos t + q_{i_0,1}^2}.$$

Список використаних джерел:

1. Степанец А.И. Методы теории приближений: в 2-х ч. / А.И.Степанец. – К.: Ин-т математики НАН Украины, 2002. – ч. 1.– 427 с.

2. Сорич В.А. Умови L -передування $\bar{\psi}$ -похідних / В.А.Сорич, Н.М.Сорич, А.В.Сорич // Наукові праці Кам'янець-Подільського державного університету: зб. за підсумками звітної наукової конференції викладачів і аспірантів, присвяченої 85-й річниці Української національно-демократичної революції, 15-16 квітня 2002 року. В 2-х томах. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, 2002. – Т. 2. – С. 6-9.

3. Степанец А.И. Приближение суммами Фурье и наилучшие приближения на классах аналитических функций / А.И. Степанец, А.С. Сердюк // Укр. мат. мурн. – 2000. – Т. 52, №3. – С. 375-395.

4. Сорич В.А. Сумісне наближення сумами Фур'є деяких класів аналітичних функцій / В.А. Сорич, Н.М. Сорич, А.В. Сорич // Наук. прац.: Кам'янець-Подільського нац. ун-ту ім. Івана Огієнка: зб. за підсумками звіт. наук. конф. викл., докторантів і асп.: вип. 8, – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський нац. ун-т імені Івана Огієнка, 2009. – т. 1. – С. 160-162.

Are received asymptotical not improved equations for the top borders approximations by partial sums of Fourier linear combinations of convolutions with kernels of Poisson's type.

Keywords: *the joint approximation, kernel of Poisson's type, sums of Fourier.*

УДК 378.147.016

Чорна О. Г., старший викладач

МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ НА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТТЯХ З ІНТЕГРОВАНОГО КУРСУ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

Висвітлено методику організації тестового контролю рівня навчальних досягнень при вивченні інтегрованого курсу безпеки життєдіяльності та охорони праці студентами фізико-математичного факультету. Доведено доцільність і ефективність використання тестів на базі навчально-методичного комплексу з інтегрованого курсу безпеки життєдіяльності та охорони праці.

Ключові слова: *інтегрований курс, безпека життєдіяльності, охорона праці, тести, контроль.*

У межах інтегрованого курсу безпеки життєдіяльності та охорони праці використовується система перевірки та контролю знань і вмінь студентів: усне опитування, взаємоконтроль, практичні завдання, індивідуальні завдання, залік, захист індивідуального науково-дослідного завдання, тестове опитування, комп'ютерне тестування, модульна контрольна робота. Відповідно до вимог європейського співтовариства, система оцінювання кожної країни повинна бути сумісною з розробленою і запровадженою Європейською кредитно-трансферною системою. Основним її принципом є системність та систематичність оцінювання навчальної діяльності студента, визначення його досягнень за всі види виконуваних робіт (лекції, практичні роботи, семінари, консультації, індивідуальну та самостійну роботу, підсумковий контроль (екзамени, заліки), дипломну роботу, педагогічну, навчальну й виробничу практики чи інші види діяльності, пов'язані з оцінюванням).

Сучасне реформування вищої освіти вимагає від викладачів постійного контролю та оцінювання знань студентів, з метою накопичення балів за змістовними та підсумковим модулями. Аналіз наукових робіт з питань контролю знань показав, що традиційні методи страждають інформаційною однозначністю, відсутністю об'єктивних вимірювальних показників, якісною однобічністю і суб'єктивним впливом на результат контролю. До того ж проведення контролю знань у традиційній формі вимагає забагато аудиторного часу, якого на сьогодні викладачі ВНЗ мають обмаль. Тому виникає необхідність в нових формах контролю та модифікації вже відомих. До однієї з таких форм контролю можна віднести тестування.

Тести – це одна з ефективних форм проведення контролю знань. Така форма контролю має цілу низку переваг:

- охоплює контролем великий обсяг матеріалу;
- зменшує порівняно з традиційним опитуванням затрати часу;
- дає можливість для впровадження модульного навчання та системи рейтингового контролю;
- підвищує об'єктивність оцінювання знань;
- є стимулюючим чинником;
- контролює не тільки велику кількість теоретичних питань, але й практичні навички.

Тому, особливу увагу ми приділяли тестовому контролю знань. Основними завданнями тестового контролю якості набуття студентами компетентностей з соціально-екологічної безпеки життєдіяльності:

- перевірка та оцінювання рівня здобутих знань, умінь та навичок студентів і якості засвоєння ними навчального матеріалу на всіх етапах вивчення інтегрованого курсу;
- стимулювання систематичної самостійної роботи та пізнавальної активності студентів;
- підвищення зацікавленості у вивченні навчального матеріалу;
- оцінювання ефективності самостійної та індивідуальної роботи студентів.

Тест, як система завдань, є науково обґрунтованим інструментом оцінювання, допомагає здійснювати індивідуальний контроль результатів навчання кожного зі студентів, мобільно керувати процесом навчання. За допомогою тесту можна здійснювати різні види контролю: вхідний – визначення початкового рівня знань студентів; поточний – визначення рівня засвоєння знань і умінь студентів на практичних та лабораторних заняттях; рубіжний – контроль знань після завершення вивчення змістового модуля; підсумковий – тестовий контроль за увесь період навчання інтегрованого курсу.

З іншого боку, слід зазначити, що така форма перевірки знань потребує попередньої підготовки студентів до цієї форми контролю. До того ж тестування, як і будь-яка форма контролю знань, крім переваг, має свої недоліки. До недоліків можна віднести той факт, що частіше всього тестові завдання пропонують уже готові варіанти відповідей, а для того, щоб студенту розвиватися дуже важливо грамотно висловлювати власну думку [1]. Цих недоліків у тестуванні частково можна уникнути, якщо використовувати тести різного вибору: альтернативного чи множинного, тести на розрізнення, групування, систематизацію та класифікацію елементів.

Зазначимо, що тестування не замінює інші форми контролю, а тільки доповнює їх. Тестування може бути паперове або комп'ютерне. Навіть при паперовому тестуванні не треба багато аудиторного часу на його проведення та перевірку. Економія аудиторного часу викликана постійним зменшенням кількості годин, які передбачені навчальними програмами освітніх закладах різних рівнів. На противагу цьому кількість годин для самостійної роботи студентів зростає, що потребує постійного контролю цієї роботи. Звичайно, комп'ютерне тестування має переваги: воно дозволяє студенту миттєво отримати оцінку, декілька разів протестуватися з однієї вибраної теми або з різних тем, пройти тестування самостійно без присутності викладача. До того ж при такому оцінюванні відсутній суб'єктивізм. Паперові тести дозволяють провести одночасне тестування великої групи студентів з однакових завдань, а, отже, рівень знання кожного студента оцінюється об'єктивно. Крім того, суттєво скорочується потреба у тестових завданнях, що дозволяє прискіпливіше ставитися до їхньої якості. На одне тестове завдання рекомендується давати 15-30 секунд залежно від його складності [5, 6].

Одним із недоліків тестового контролю знань є ймовірність вгадування правильної відповіді. Для зменшення цієї ймовірності ми пропонуємо тестові завдання не тільки з однозначною відповіддю. Наведемо для прикладу варіанти тестових завдань різних видів з другого модуля «Охорона праці»:

1) ті, що передбачають вибір з наведеного переліку двох і більше варіантів на запитання тесту для повноти відповіді.

1. Які параметри необхідно враховувати при розробці рекомендацій щодо метеорологічних умов на робочому місці:

а. Рівень шуму;

- б. Рівень радіації;
- в. Рівень звуку;
- г. Рівень вологості;
- д. Швидкість поширення вітру.

2. *За допомогою якого приладу вимірюються показники вологості повітря в приміщенні?*

- а. Манометр;
- б. Гігрометр;
- в. Психрометр Асмана;
- г. Психрометр Августа;
- д. Барометр-анероїд.

3. *Які види анемометрів існують:*

- а. Чашкові;
- б. Рідинні;
- в. Ізолюючі;
- г. Фільтруючі;
- д. Крильчасті.

4. *До засобів захисту людини від дії електричного струму відносять:*

- а. Захисне заземлення;
- б. Захисне відімкнення;
- в. Омметр;
- г. Ізоляцію;
- д. Попереджувальні, наказуючі, показуючі знаки.

5. *Назвіть основні види освітлення в приміщеннях:*

- а. Видиме;
- б. Штучне;
- в. Природне;
- г. Комбіноване;
- д. Лазерне.

2) тести на встановлення відповідності.

1. *Встановіть відповідність між типом вогнегасника та його маркуванням:*

- | | |
|--------------------|--------------|
| а) хімічно-пінний; | 1) ВП – 5; |
| б) вуглекислотний; | 2) ВХП – 10; |
| в) порошковий; | 3) ВВ – 2; |
| г) водопінний; | 4) ВВП – 5; |
| | 5) ВПП – 5. |

3. *Виберіть відповідно до призначення знак безпеки:*

- | | |
|----------------------|-----------------------------------|
| а) заборонний; | 1) бережись; |
| б) попереджувальний; | 2) ходити заборонено; |
| в) наказовий; | 3) працювати в захисних окулярах; |
| г) вказівний. | 4) запасний вихід. |

4. *Заміри показників мікроклімату проводяться такими приладами (встановіть відповідність):*

- | | |
|-------------------------|---------------|
| а) температура повітря; | 1) анемометр; |
|-------------------------|---------------|

- | | |
|----------------------------|---------------|
| б) вологість повітря; | 2) термометр; |
| в) швидкість руху повітря. | 3) гігрометр; |
| | 4) люксметр. |

3) завдання, пов'язані з перевіркою не тільки рівня засвоєних знань, а й уміння застосовувати ці знання, які в подальшому будуть основою поведінки майбутнього фахівця в повсякденному житті, так і в педагогічній діяльності:

1. Яка послідовність дій вчителя при виявленні ним загоряння та поширення пожежі під час навчально-виховного процесу:

- а) вивести учнів до основного або запасного виходу зі школи;
- б) ретельно перевірити наявність всіх учнів;
- в) вимкнути наявне електрообладнання;
- г) припинити заняття;
- д) повідомити адміністрацію навчального закладу;
- е) зателефонувати за номером «101».

Серед переваг тестування над іншими формами контролю знань, виділяємо, такі:

- перевірка рівня знань, умінь та навичок одночасно у значної кількості студентів;
- об'єктивність оцінювання;
- мобільність у створенні нових варіантів тестових завдань;
- можливість здійснення самоконтролю студентом;
- постійна взаємодія між студентом і викладачем та можливе оперативне усунення прогалин у знаннях в процесі навчання.

Разом з тим, не потрібно применшувати значення усного опитування. Усне опитування ми проводимо у діалоговому стилі, приділяючи значну увагу розумінню студентами теоретичних положень безпеки життя і охорони праці, формуванню у них власної позиції щодо прикладів з життя суспільства.

Оцінка рівня знань за допомогою тестування дає своєчасну інформацію про засвоєння навчального матеріалу, яка може бути використана викладачем для коригування і вдосконалення навчальної діяльності. Практика показує [2-5] доцільність і ефективність використання тестів на базі навчально-методичного комплексу з інтегрованого курсу безпеки життєдіяльності. Обов'язково для повноти системи перевірки рівня сформованості фахових компетентностей з безпеки життя і діяльності потрібно включати до неї взаємоконтроль, що дозволяє адекватно оцінювати особистісні характеристики студентів в процесі реалізації навчально-методичного комплексу.

Список використаних джерел:

1. Алексюк А. М. Педагогіка вищої освіти України: історія, теорія : підруч. для студ. / А. М. Алексюк. – К. : Либідь, 1998. – 558 с.
2. Атаманчук П.С. Безпека життєдіяльності та цивільний захист і методика їх навчання: Навчальний посібник / [П.С.Атаманчук., В.В.

Мендерецький, О.П. Панчук, Р.М. Білик, О.Г. Чорна, У.І. Недільська]. – Кам'янець-Подільський : ТОВ «Друк-сервіс», 2013. – 244 с.

3. Атаманчук П.С. Інтегрований курс безпеки життєдіяльності (теоретичні основи): Навчальний посібник / [Атаманчук П.С., В.В. Мендерецький, О.П. Панчук, О.Г. Чорна]. – Кам'янець-Подільський : Буйницький О.А., 2010. – 200 с.

4. Поведа Т.П. Матеріали для контролю якості навчальних досягнень студентів з курсу «Безпека життєдіяльності»: Навчально-методичний посібник / Т.П. Поведа, О.Г. Чорна. – Кам'янець-Подільський. – 2012. – 44 с.

5. Поведа Т.П. Навчально-вимірювальні матеріали якості засвоєння знань з курсу «Охорона праці в галузі»: Навчально-методичний посібник / Т.П. Поведа, О.Г. Чорна. – Кам'янець-Подільський. – 2012. – 40 с.

Method of test control of educational achievements in the study of the integrated course of life safety and health of students of Physics and Mathematics was described. The expediency and efficiency tests based on educational and methodical complex integrated course of life safety and health.

Keywords: *integrated course, safety, labor protection, test, control.*

УДК 37:53

Щирба В.С., кандидат фізико-математичних наук, доцент,
професор кафедри інформатики

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

Діденко В.О., магістрант

МОНІТОРИНГ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ УЧНІВ З ФІЗИКИ

У статті розкрито зміст моніторингу навчальних досягнень учнів з фізики як системи збирання та опрацювання інформації про результати засвоєння ними змісту шкільного курсу фізики. Моніторинг здійснювався на основі залишкових знань зі шкільного курсу фізики першокурсників.

Ключові слова: *моніторинг, моніторинг освіти, навчальні досягнення, фізика, учні.*

Розроблення та впровадження дієвого педагогічного моніторингу навчальних досягнень учнів, зокрема, з фізики, є одним із пріоритетних заходів у системі освіти.

Як свідчить аналіз закордонного досвіду, в розвинених країнах світу цьому питанню приділяється багато уваги. Причому важливо відзначити, що в цих системах моніторингу, з одного боку, спостерігаються певні загальні підходи до її реалізації на практиці, а з іншого — кожна з них максимально пристосована до специфічних особливостей організації освіти, в межах якої вона функціонує [2].

Саме поняття моніторингу в педагогіці розглядається недавно [1, с.28]. Глибокі дослідження проблеми моніторингу, передумови становлення якого формувалися з початку ХХ сторіччя, з'явилися в педагогіці в 90-х роках минулого сторіччя (В. Безпалько, В. Кальней, О. Майоров, С. Шишов та ін.). Вони вибудовувалися на теоретичній базі управління освітою, розробленій Ю. Гартупгом, Г. Єльніковою, К. Кайдаровим, А. Орловим, В. Риндак,

В. Симоновим. В останні кілька років учені активно досліджують питання, пов'язані безпосередньо з якістю освіти, розробляють технології й механізми управління нею (О. Белкін, О. Пехота, Т. Лукіна, В. Загвязінський, В. Євдокимов, О. Локшина, Л. Генденштейн, І. Прокопенко), у тому числі на основі моніторингу [7].

Методологічні підгрунтя кількісних вимірювань результатів освітнього процесу визначено в наукових працях В. Беспалька, Л. Ітельсона, М. Поташника, В. Симонова та ін. Шляхи підвищення ефективності педагогічного моніторингу знайшли відображення в доробках В. Андрєєва, О. Ляшенка, А. Майорова, І. Маслікової, С. Шишова та ін. Питання, пов'язані з розробкою системи моніторингу, визначення інструментарію для забезпечення безперервності в оцінюванні стану навчальних досягнень школярів, розкриті в дослідженнях Л. Башаріна, Б. Бодрякова, В. Вербицької та ін. Авторські моделі педагогічного моніторингу схарактеризовані в публікаціях А. Белкіна, І. Маслікової, Л. Назарової, Т. Строкової, Л. Туркіної та ін. [6].

Однак недостатня розробленість проблеми кількісного й якісного аналізу вимірювань навчальних досягнень школярів на теоретичному і практичному рівнях зумовлює необхідність її подальшого педагогічного осмислення.

Одне з найбільш всебічних досліджень освітнього моніторингу виконано О. Майоровим [3]. Він дав загальне визначення поняття моніторингу в освіті – "...це система збирання, опрацювання, зберігання і поширення відомостей про освітню систему або окремі її елементи, яка орієнтована на інформаційне забезпечення управління, дозволяє робити висновки про стан об'єкта у будь-який момент часу і дає прогноз його розвитку" [2, с.121].

За своєю внутрішньою будовою моніторинг поєднує три важливі управлінські компоненти: аналіз, оцінювання й прогнозування процесів в освіті; сукупність прийомів відстеження процесів в освіті; збирання і опрацювання даних з метою підготовки рекомендацій щодо розвитку процесів, що досліджуються, і внесення необхідних коректив.

Таким чином, моніторинг ґрунтується на цих компонентах, але не заміняє жодну з них, оскільки не може бути ні контролем, ні експертизою, ні системою інформаційного забезпечення. Без функціонування в навчальному закладі всіх цих напрямків діяльності організація моніторингу неможлива [5, с.16].

Залежно від мети можна виділити такі напрямки моніторингу:

1. Діагностичний моніторинг, основною метою якого є визначення рівня навичок учнів залежно від сформованості їх особистості.

2. Статистичний, який дає можливість одночасно зняти показники за одним або кількома напрямками діяльності освітнього закладу, порівняти здобутий результат з нормативом і визначити відхилення від стандарту, здійснити аналіз і прийняти управлінське рішення.

3. Змістовний (особистісно орієнтований моніторинг, змістом якого є розвиток якостей особистості, тобто динаміка особистісного розвитку).

4. Супровідний педагогічний моніторинг, який передбачає контроль на поточне коригування взаємодії вчителя та учня в організації і здійсненні навчально-виховного процесу [7].

Причиною недоліків у знаннях учнів, зокрема, з фізики, є відсутність моніторингу щодо засвоєння програмного матеріалу. Свою основну функцію – забезпечення зворотного зв'язку у навчальній діяльності учнів – моніторинг може виконувати за умови отримання об'єктивної, своєчасної інформації щодо проходження засвоєння кожним учнем програмного матеріалу з одночасним виявленням недоліків в їхніх знаннях.

Актуальним постає питання щодо вибору інструментарію для здійснення моніторингу якості навчальних досягнень учнів.

Можна вказати два основні недоліки традиційного контролю: репродуктивний характер та суб'єктивність в оцінюванні навчально-пізнавальної діяльності. Подоланню їх, на погляд теоретиків і практиків, певною мірою сприяє упровадження тестового контролю навчальних досягнень учнів, інструментом якого є тест.

Незважаючи на те, що найбільш об'єктивним інструментарієм моніторингу є тест, ми вважаємо, що не всі необхідні характеристики засвоєння можна одержати засобами тестування. Такі, наприклад, показники, як уміння конкретизувати свою відповідь прикладами, знання фактів, уміння логічно і доказово висловити свою думку, діагностувати тестуванням неможливо. Це означає, що тестування повинно обов'язково поєднуватися з іншими формами і методами моніторингу.

Пропонується наступний алгоритм здійснення моніторингу у навчальному закладі:

Перший етап — підготовчий:

- 1) Визначення мети дослідження.
- 2) Визначення об'єкту (об'єктів) дослідження.
- 3) Встановлення термінів проведення кожного етапу дослідження.
- 4) Вивчення нормативної документації, що регламентує процеси, що підлягають дослідженню і практичній реалізації.
- 5) Встановлення наявності або розробка критеріїв та показників оцінювання інформації, що буде отримана у процесі дослідження.

Основні питання, що мають бути розглянуті (хоча б на рівні ознайомлення) процесі планування моніторингових досліджень:

1. Організація процесу проведення тестування.
2. Стандартизація системи педагогічного оцінювання та тестування.
3. Навчаючі та контролюючі комп'ютерні тести.
4. Стратегії, принципи і зміст адаптивного тестування.
5. Інноваційні підходи до моніторингу та контролю якості у сфері освіти зарубіжних країн.
6. Важливість вивчення зовнішніх і внутрішніх чинників впливу на результати навченості.

7. Забезпечення об'єктивності проведення моніторингу якості освіти.

Другий етап — практичний: збір інформації; інтерпретація інформації; аналіз інформації.

Третій етап — підсумковий:

1) Узагальнення статистичної інформації.
2) Отримання висновків, спрямованих на усунення проблеми та підготовка рекомендацій щодо корекції процесу, що досліджується.

3) Прийняття управлінських рішень.

Четвертий етап — розробка технології корекційного впливу:

1) Проведення додаткових мікродосліджень.
2) Врахування аналітичних матеріалів за результатами ДПА та ЗНО тощо.

3) Розробка конкретних заходів щодо подолання або мінімізації негативних впливів на результати навчання учнів з фізики.

П'ятий етап — прогнозування педагогічної діяльності на наступний період:

1) Аналіз ходу реалізації проведеного дослідження, визначення переліку питань щодо вдосконалення процесів моніторингу, поширення перспективного досвіду, набутого у процесі проведеного дослідження.

2) Визначення першочергових об'єктів для подальших моніторингових досліджень [4].

Студенти-першокурсники, які будуть майбутніми вчителями фізики, повинні мати не тільки достатній, а набагато вищий рівень знань та вмінь з шкільного курсу фізики. Для отримання впевненості в тому, що студенти мають певні знання з шкільного курсу фізики і мають навички розв'язування тестів різного типу за шкільною програмою, потрібно проводити початковий контроль знань та вмінь студентів. Пропонується впровадити в дію тестові завдання, які по складності дорівнювали тестам зовнішнього тестування для випускників шкіл.

При створенні тестів навчальні елементи, які треба буде перевірити, визначатимуться на основі функціонально-структурного аналізу програмного матеріалу. Після визначення цих елементів встановлювався необхідний рівень засвоєння кожного з них:

1) репродуктивний рівень, який забезпечує формальне сприйняття основного навчального матеріалу програми без вільного володіння ним;

2) аналітико-синтетичний рівень, який забезпечує вивчення навчального матеріалу в відповідності з вимогами навчальної програми. На цьому рівні студенти повинні вміти аналізувати фізичні ситуації з використанням фізичних законів;

3) творчий рівень, який передбачає глибоке вивчення навчального матеріалу, характеризується здатністю до розв'язування нестандартних навчальних задач.

Головним завданням вхідного тестування як різновиду контролю є діагностика стартового рівня знань і вмінь та визначення навчальних потреб.

Для проведення вхідного тестування були розроблені завдання відповідного змісту та рівня складності, а також використані тестові завдання, які пропонувалися випускникам шкіл при зовнішньому незалежному оцінюванні. Результати тестування опрацьовувалися за класичною теорією тестів.

На основі вищевикладеного можемо зробити висновок, що проведення моніторингу навчальних досягнень учнів з фізики є складною педагогічною проблемою. Ця проблема вимагає розв'язання на теоретичному та практичному рівнях, оскільки є актуальною, з огляду на низький рівень підготовленості школярів з фізики та потребою суспільства у висококваліфікованих фахівців фізико-математичного та технічного профілю.

Список використаних джерел:

1. Байназарова О. Система моніторингу якості освіти на регіональному рівні / О. Байназарова // Моніторингові дослідження як інформаційна база в системі управління якістю освіти : мат. Всеукраїнської наук.-практ. конф. 29-30 березня 2005 року. – Луцьк : Волинський інститут післядипломної педагогічної освіти. – 2005. – С. 26-29.
2. Майоров А.Н. Мониторинг в образовании / А.Н. Майоров. – СПб. : Образование-Культура, 1998. – Кн. 1. – 344 с.
3. Майоров А.Н. Элементы педагогического мониторинга и региональных стандартов в управлении / А.Н. Майоров, Л.Б. Сахарчук, А.В. Сотов. – СПб. : Изд-во СПГУПМ, 1992. – 79 с.
4. Моніторинг начальних досягнень учнів (методичні рекомендації). – Черкаси: ЧОПОПП, 2009. – 32 с.
5. Педагогічне оцінювання і тестування. Правила, стандарти, перспективи / за заг. ред. О.Л. Локшиної. – К. : К.І.С., 2004. – 128 с.
6. Пліско О.В. Моніторинг навчальних досягнень учнів як педагогічна проблема / О.В. Пліско // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. – Харків : Хар. нац. ун-т імені В. Н. Каразіна, 2011. – Вип. 11. – С. 88-91.
7. Сергієнко В.П. Теоретичні та методичні засади моніторингу якості вищої освіти / В.П. Сергієнко, Н.В. Сорокіна // 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, 2013. – Вип. 19 : Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю. – С. 119-124.

In the article content monitoring of student achievements in physics as a system of collecting and processing information on the results of assimilation of the content of school physics course. Monitoring was based on residual knowledge from school physics course freshmen.

Keywords: *monitoring, monitoring of education, educational achievements, physics students.*

Щирба В.С., кандидат фізико-математичних наук,
доцент, професор кафедри інформатики

Щирба О.В., асистент

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАЄКТОРІЇ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В УМОВАХ ЗАХИСНИХ МАНЕВРІВ

Стаття присвячена дослідженню ефективності алгоритмів моделей керування складними технічними системами. Наведено основні рівняння, з допомогою яких детально описується рух літальних апаратів в умовах захисних маневрів.

Ключові слова: літальний апарат, моделювання, рух, траєкторія.

Задання початкових значень. Розглянемо питання про послідовність формування комп'ютерної програми на основі теоретичних викладок щодо моделі польоту, описаних в [2]. Побудова траєкторії польоту формуватиметься ітераційним алгоритмом. Тому нам потрібно задати стартові (початкові) параметри алгоритму та процедури визначення їх значень на наступному кроці ітераційного процесу.

До стартових параметрів віднесемо:

- початкове значення часу. Будемо позначати його через t і прив'язувати до значення номера ітерації (на старті вважатимемо, що крок є нульовим). Одиницею вимірювання цієї величини будуть секунди. Логічно було б вважати, що на старті це значення рівне нулю, але при старті напрям руху ракети підтримується напрямними мачтами (балками) ракетноносія і пройде деяка частина часу перш ніж ракета набуде стан вільного польоту. Отже, на початку програми покладемо, наприклад, що $t(0) = 1,28$ секунди;

- просторові координати центра мас ракети. Будемо позначати їх через x , y , z і також прив'язувати до значення номера ітерації. Одиницею вимірювання координат будуть метри. Вважатимемо, що $x(0)=0$, $y(0)=7$, $z(0)=0$. Значення другої координати відмінне від нуля, оскільки ракета розпочинає вільний політ з моменту виходу з зони дії напрямних мачт, які забезпечують жорсткість польоту ракети до семи метрів вверх;

- прискорення вільного падіння, яке залежить від висоти польоту (визначається в метрах за секунду в квадраті). Позначимо його через g_y і покладемо $g_y(0) = -9,8066 \text{ м/с}^2$. Знак «мінус» означає, що воно протилежнонаправлене до осі OY ;

- абсолютне значення вектора швидкості, яке визначатимемо в метрах за секунду. Позначимо його через V . В момент виходу за межі дії напрямних мачт стартової установки ракета уже набере деяку швидкість. Тому покладемо, наприклад, що $V(0) = 14,3 \text{ м/с}$;

- відхилення вектора швидкості від площини стрільби (кут ψ), яке будемо визначати в радіанах. Логічно вважати, що на старті ракета перебуває в площині стрільби. Тому покладемо $\psi(0) = 0$;

- кут атаки (кут θ) також визначатимемо в радіанах. Будемо вважати, що на старті ракета направлена вгору (кут $\theta = 90^0$). Тому покладемо $teta(0) = 2arctg(1)$.

Також нам доведеться враховувати значення параметрів управління польотом: кути повороту руля та закриток. При вільному польоті будемо вважати, що вони не змінюються і рівні, наприклад, нулю: $alfa(j) = 0$, $beta(j) = 0, j = 0, 1, 2, \dots$

З перебігом часу (з переходом з одного кроку ітерації на наступний) буде змінюватися маса ракети. Вага корпусу ракети становить, наприклад, 2740,75 кілограм. Додамо до неї початкову вагу палива 1625.25 кілограм і перетворимо сумарну вагу у масу. Отже, початкова маса ракети становить $m(0) = (1625,25 + 2740,75) / 9.8$ кілограмосили.

До початкових параметрів необхідно віднести також ряд постійних величин, зокрема, площу Міделя (покладемо її значення рівним $0,6735 \text{ м}^2$). Крім того в ході обчислень нам доведеться використовувати значення радіуса Землі. Згідно відомостей одержаних з Інтернету радіус Землі становить 6371210 метрів. Постійною величиною, що зустрічається у розрахункових формулах обчислення траєкторії, виступає площа сопла, яку будемо вважати рівною $0,148617 \text{ м}^2$.

Щоб не загроможувати програмний продукт великою кількістю змінних і враховуючи, що значення вищезгаданих постійних величин використовується лише в поодиноких виразах та не варіюється в ході числових експериментів, ми будемо відразу підставляти ці значення в необхідні формули.

Також постійним (хоча це не обов'язково) будемо вважати приріст часу, який забезпечує перехід на наступну ітерацію. Покладемо $delta = 0,02$ сек.

Оскільки кути повороту руля та закриток будуть використовуватись як управління польотом, а приріст часу може варіюватися в ході числових експериментів, ми вважатимемо їх змінними величинами і вводимо початкові значення цих величин на початку побудови програмного продукту.

Основний цикл

1. Визначення вектора сили тяги двигуна.

Обчислення розпочнемо з процедури визначення вектора сили тяги двигуна. Відповідно до співвідношень обчислення вектора сили [2, с. 207] його координати визначаються формулами:

$$\begin{aligned} F_x &= \cos \alpha \cos \beta P_{дв}; \\ F_y &= \sin \alpha \cos \beta P_{дв}; \\ F_z &= -\sin \beta P_{дв}. \end{aligned} \quad (1)$$

Кути повороту руля та закриток ($alfa$ та $beta$) відомі. Залишається обчислити абсолютне значення сили тяги двигуна $P_{дв}$, яка визначається табличними співвідношеннями.

Сила тяги двигуна в атмосфері на висоті h визначається співвідношеннями

$$P_{дв}(h) = P_{\infty} - S_{\alpha} \cdot P_{\alpha}(h), \quad (2)$$

якщо

$$P_{\infty} \geq S_{\alpha} \cdot P_{\alpha}(h),$$

і дорівнює нулю, якщо

$$P_{\infty} < S_{\alpha} \cdot P_{\alpha}(h),$$

де

- S_{α} – площа сопла;
- P_{∞} – сила тяги двигуна у невагомості.
- $P_{\alpha}(h)$ – тиск атмосфери на висоті h , який визначається таблично за властивостями атмосфери. Табличні значення можна одержати з мережі Інтернет;

Отже, нам спочатку потрібно знайти висоту польоту на i -тому кроці ітерації. Висота польоту визначається за співвідношенням

$$h = \sqrt{x^2 + (y + R_3)^2 + z^2} - R_3. \quad (3)$$

де x, y, z – біжучі координати центра мас ракети, які обчислено на попередньому кроці ітерації (задано як початкові значення), R_3 – радіус Землі (це значення є постійним).

Сила тяги двигуна у невагомості визначається співвідношенням

$$P_{\infty} = I_{ps} \cdot \dot{G}(t), \quad (4)$$

де I_{ps} – питомий імпульс, $\dot{G}(t)$ – вагові секундні витрати двигуна.

Залежність питомого імпульсу та ряду інших параметрів (витрати маси і час виходу за межі стартової установки, швидкість в момент виходу та висота над точкою старту) визначається за таблицею, яку назвемо умовно: таблиця 18 (детальніше про таблиці спостережень дивись в [1]). Вказані величини залежать від температури. Отже, нам спочатку потрібно визначити значення температури на даній ітерації.

Температура залежить від висоти польоту ракети і визначається за таблицею властивостей атмосфери, аналогічно до того як і визначався тиск атмосфери на висоті h (див. вище).

Оскільки, крім температури від висоти залежать сила гравітації, густина повітря, атмосферний тиск, значення яких будуть використовуватися пізніше, то з метою оптимізації програмного продукту доцільно всі ці параметри обчислювати одночасно однією процедурою.

Аналогічно однією процедурою доцільно визначити не лише питомий імпульс, але й витрати маси палива, час виходу за межі стартової установки, швидкість в момент виходу та висота над точкою старту.

Вагові секундні витрати двигуна визначаються за таблицею (аналогічно до попереднього назвемо її умовно: таблиця 19). Крім вагових секундних витрат за цією ж таблицею визначається вага палива, що витрачається за час польоту.

Обробляючи дані таблиці 19, ми крім вагових секундних витрат визначатимемо вагу палива, що витрачається за час польоту.

2. Визначення вектора аеродинамічних сил

Вектор аеродинамічних сил залежить від геометричних розмірів ракети, швидкості ракети та фізичних параметрів атмосфери. Він обчислюється за формулами:

$$\begin{aligned} f_x &= -C_x \cdot q \cdot S; \\ f_y &= C_n^\alpha \cdot q \cdot S \cdot \alpha \end{aligned} \quad (5)$$

$$f_z = -C_n^\alpha \cdot q \cdot S \cdot \beta,$$

де $S=0.6735 \text{ м}^2$ – площа Міделя, q – динамічний тиск, що визначається співвідношенням

$$q = \rho \cdot V^2 / 2 \text{ кгс/м}^2, \quad (6),$$

де ρ – значення густини атмосферного повітря на відповідній висоті (визначаються за таблицею властивостей атмосфери; див. пункт вище), V – абсолютне значення швидкості, що обчислюється на попередньому ітераційному кроці (початкове значення задано).

Висота польоту, температура атмосфери та сила гравітації на цій висоті обчислюються в попередньому модулі, а значення кутів повороту руля та закриток задаються як початкові при вільному польоті або будуть варіюватися при керованому польоті.

Значення аеродинамічних коефіцієнтів C_x та C_n^α визначаються за даними натурних спостережень і задаються таблично. Вони залежать від числа Маха $M=V/a$, де $a = 20.04\sqrt{T}$, T – температура атмосфери в Кельвінах на відповідній висоті польоту і безпосередньо від висоти польоту або опосередковано від сили гравітації на цій висоті, α і β – значення кутів повороту руля та закриток.

Значення аеродинамічного коефіцієнту C_x визначається в свою чергу за співвідношенням

$$C_x = C_{x0}(M, G) + \Delta C_x(M, H) + B(M, G) \cdot (C_n^\alpha(M, G))^2 \cdot (\alpha^2 + \beta^2), \quad (7)$$

де α і β – значення кутів повороту руля та закриток, $C_{x0}(M, G)$, $\Delta C_x(M, H)$, $B(M, G)$, $C_n^\alpha(M, G)$ – табличні величини, що залежать від параметрів: M (число Маха), G (сила гравітації), H (висота). Ці параметри можна вважати відомими величинами, оскільки про їх обчислення говорилося раніше.

Таблична величина $\Delta C_x(M, H)$ визначається за таблицею 16.

Нехай таблична величина $C_n^\alpha(M, G)$ визначається за таблицею 1, якщо $\varphi\alpha = 0$ градусів, за таблицею 6, якщо $\varphi\alpha = 45$ градусів, або за таблицею 11, якщо $\varphi\alpha = 90$ градусів.

Таблична величина $C_{x0}(M, G)$ визначається за таблицею 2, якщо $\varphi\alpha = 0$ градусів, за таблицею 7, якщо $\varphi\alpha = 45$ градусів, або за таблицею 12, якщо $\varphi\alpha = 90$ градусів. Оскільки (умовно) ці три таблиці співпадають, то можна вважати, що ця величина залежить лише від двох параметрів і її можна обчислювати лише за однією таблицею 2.

Таблична величина $B(M, G)$ визначається за таблицею 3, якщо $\varphi\alpha = 0$ градусів, за таблицею 8, якщо $\varphi\alpha = 45$ градусів, або за таблицею 13, якщо $\varphi\alpha = 90$ градусів.

3 Обчислення координат траєкторії

Обчисливши вектор сумарних сил, ми можемо приступати до розв'язування системи диференціальних рівнянь при заданих початкових (стартових або обчислених на попередньому кроці) значеннях, тобто до розв'язування задачі Коші. Використаємо спочатку найпростіший метод – метод Ейлера.

Для розв'язування перших трьох рівнянь системи знайдемо спочатку розклад вектора швидкості в стартовій системі координат:

$$V_x = V \cos \theta \cos \psi,$$

$$V_y = V \sin \theta \cos \psi,$$

$$V_z = -V \sin \psi.$$

Тоді нові абсолютні координати центру мас ракети будуть обчислюватися за формулами:

$$x(i+1) = x(i) + \text{delta} * V_x(i),$$

$$y(i+1) = y(i) + \text{delta} * V_y(i),$$

$$z(i+1) = z(i) + \text{delta} * V_z(i).$$

Подамо вектор сумарних сил у стартовій системі координат та приєднаємо третю складову – силу гравітації. Сумарна сила F у стартовій системі координат визначається рівнянням

$$F = \begin{pmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta \cdot \cos \psi \\ \sin \theta \cdot \cos \psi \\ -\sin \psi \end{pmatrix} f_x + \begin{pmatrix} -\sin \theta \\ \cos \theta \\ 0 \end{pmatrix} f_y + \begin{pmatrix} \cos \theta \cdot \sin \psi \\ \sin \theta \cdot \sin \psi \\ \cos \psi \end{pmatrix} f_z + \begin{pmatrix} g_x \\ g_y \\ g_z \end{pmatrix} m.$$

Якщо немає потреби зберігати проміжні значення вектора сили тяги, то ввівши дві проміжні змінні $x1 = f_x(i)$, $x2 = f_y(i)$, запрограмуємо ці співвідношення таким чином:

$$F_x(i) = \text{Cos}(\text{teta}(i)) * \text{Cos}(\text{psi}(i)) * x1 - \text{Sin}(\text{teta}(i)) * x2 +$$

$$+ \text{Cos}(\text{teta}(i)) * \text{Sin}(\text{psi}(i)) * f_z(i) + m(i) * g_x(i),$$

$$F_y(i) = \text{Sin}(\text{teta}(i)) * \text{Cos}(\text{psi}(i)) * x1 + \text{Cos}(\text{teta}(i)) * x2 +$$

$$+ \text{Sin}(\text{teta}(i)) * \text{Sin}(\text{psi}(i)) * f_z(i) + m(i) * g_y(i),$$

$$F_z(i) = -\text{Sin}(\text{psi}(i)) * x1 + \text{Cos}(\text{psi}(i)) * f_z(i) + m(i) * g_z(i).$$

Проміжні змінні потрібні для того, щоб зберегти попередні значення величин $f_x(i)$ та $f_y(i)$ адже при програмуванні великі та малі літери не розрізняються.

Після цього розв'язуємо (методом Ейлера) наступні три диференціальні рівняння системи (10):

$$V_x(i+1) = V_x(i) + \text{delta} * F_x(i) / m(i),$$

$$V_y(i+1) = V_y(i) + \text{delta} * F_y(i) / m(i),$$

$$V_z(i+1) = V_z(i) + \text{delta} * F_z(i) / m(i).$$

Після «переміщення» ракети в нову ітераційну точку, тобто в точку з індексом $i+1$, обчислимо нові «стартові» параметри для переходу в наступну

ітераційну точку траєкторії. До цих параметрів відносяться усі індексні змінні, які ми використовували при розв'язуванні системи диференціальних рівнянь (10): $teta(i+1)$, $psi(i+1)$, $g_x(i+1)$, $g_y(i+1)$, $g_z(i+1)$, $m(i+1)$.

Значення кутів відхилення вектора швидкості від площини стрільби (кут ψ) атаки (кут θ) обчислюються за простими формулами

$$teta(i+1) = arctg \frac{V_x(i+1)}{V_y(i+1)}; \quad psi(i+1) = arctg \frac{-V_z(i+1)}{\sqrt{V_x^2(i+1) + V_y^2(i+1)}}.$$

Вектор гравітації ($g_x(i+1)$, $g_y(i+1)$, $g_z(i+1)$) та маса ракети $m(i+1)$ будуть обчислені на початку нової ітерації (див. пункти 3.2 та 3.4 в розділі Порядок побудови програми).

На цьому завершується цикл обчислення координат польоту ракети і можна приступати до обробки одержаних значень.

Специфіка обчислення значень табличних величин. Частина функцій в нашій моделі задаються не аналітично, а таблицею, причому таблиці використовуються двох видів: лінійні (одновимірні) таблиці, коли функція залежить лише від однієї змінної та двовимірні таблиці, коли функція залежить лише від двох змінних. При обчисленні аеродинамічних коефіцієнтів, наприклад, C_x ми маємо випадок, коли функція залежить від трьох змінних, тобто доведеться мати справу з трьохвимірними табличними даними. Постає питання як обчислювати значення функцій, користуючись відповідними таблицями.

1. Одновимірні таблиці

Одномірною таблицею в нашій програмі доведеться визначати ряд властивостей атмосфери, зокрема, температуру, тиск та густину повітря в залежності від висоти польоту ракети. В основу розрахунків ми покладемо дані взяті з Інтернету (таблицю можна одержати, наприклад, із сайту [www.http://vsegost.com/Catalog/77/7772.shtml](http://vsegost.com/Catalog/77/7772.shtml)).

Також одномірною таблицею визначається швидкість витрат пального та загальні витрати палива в залежності від часу польоту ракети. Ці значення залежать від конструкції ракети і тому є різними для різних тип ракет. Нехай, для прикладу, ці значення визначається за таблицею 2.

Розглянемо, наприклад, особливості обчислення температури в залежності від значень висоти H . В таблиці 1. висота задана в вузлах H_i , $i = 0, 1, \dots, 36$.

Як правило, висота не співпадає із вузловим значенням таблиці і виникає потреба обчислити значення температури $Temp_{r_H}$ при умові, що значення висоти H попадає в інтервал $[H_i; H_{i+1}]$. Для цього лінеаризуємо (проведемо лінійну аппроксимацію) функцію температури на цьому інтервалі формулою:

$$\frac{Temp_{r_H} - Temp_{r_{H_i}}}{Temp_{r_{H_{i+1}}} - Temp_{r_{H_i}}} = \frac{H - H_i}{H_{i+1} - H_i},$$

Звідси

$$Temper_H - Temper_{H_i} = \frac{H - H_i}{H_{i+1} - H_i} \cdot (Temper_{H_{i+1}} - Temper_{H_i}),$$

або

$$Temper_H = Temper_{H_i} + \frac{H - H_i}{H_{i+1} - H_i} \cdot (Temper_{H_{i+1}} - Temper_{H_i}).$$

Якщо значення висоти виходить за межі таблиці, то в залежності від характеру моделі польоту, можна розглядати окремі особливі випадки. Зокрема, можна поступати двома шляхами:

1) вважати, що задано недопустиме значення параметра H , наприклад, висота польоту менша нуля;

2) продовжити лінеаризацію функцію за суміжним проміжком, наприклад, якщо висота польоту більша 120000.

В першому випадку в програмі можна видати повідомлення про те, що одержано недопустиме значення параметра висоти, наприклад, $H < H_{min}$ або $H > H_{max}$.

В іншому випадку немає значення чи величина H попадає в інтервал $[H_{n-1}; H_n]$, де $H_n = H_{max}$, чи $H > H_{max}$. Тоді якщо $H > H_{n-1}$, то, наприклад, температуру можна обчислити за формулою

$$Temper_H = Temper_{H_{n-1}} + \frac{(Temper_{H_n} - Temper_{H_{n-1}}) \cdot (H - H_{n-1})}{H_n - H_{n-1}}.$$

Аналогічно, якщо $H < H_1$, то температуру можна обчислити за формулою

$$Temper_H = Temper_{H_0} + \frac{(Temper_{H_1} - Temper_{H_0}) \cdot (H - H_0)}{H_1 - H_0}.$$

2 Двовимірні таблиці

Значна кількість параметрів математичної моделі польоту ракети визначається двовимірною таблицею даних. Тому ми опишемо алгоритм обчислення значення деякої абстрактної величини S , яка залежить від двох параметрів O і M .

Нехай, наприклад, значення деякої величини S є функцією від двох змінних O і M :

$$S = F(O, M).$$

Припустимо, що ця функція протабульована нерівномірно двохвимірною сіткою (тобто кроки таблиці не обов'язково є сталими на проміжку зміни величини O і M і відомі значення функцій в точках з координатами $(O_i, M_j), i = \overline{0..n}, j = \overline{0..m}$).

Нехай нам потрібно обчислити значення величини S в деякій точці з координатами (O, M) . Обчислення будемо проводити у такому порядку:

- 1) спочатку знаходимо значення параметра i для якого $O_i \leq O \leq O_{i+1}$;
- 2) знаходимо значення параметра j для якого $M_j \leq M \leq M_{j+1}$;

- 3) визначаємо таблицю значень параметра $S = F(O, M)$ в точках $(O_i; M_j), (O_{i+1}; M_j), (O_i; M_{j+1}), (O_{i+1}; M_{j+1})$;
- 4) обчислюємо значення функції в точці (O, M_j) :

$$F(O, M_j) = F(O_i, M_j) + (F(O_{i+1}, M_j) - F(O_i, M_j)) \cdot \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i};$$
- 5) обчислюємо значення функції в точці (O, M_{j+1}) :

$$F(O, M_{j+1}) = F(O_i, M_{j+1}) + (F(O_{i+1}, M_{j+1}) - F(O_i, M_{j+1})) \cdot \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i};$$
- 6) обчислюємо значення функції в точці (O, M) :

$$F(O, M) = F(O, M_j) + (F(O, M_{j+1}) - F(O, M_j)) \cdot \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j}.$$

Враховуючи дві попередні формули (пункт 4) і 5)), останню формулу (пункт 6) можна подати у такому вигляді:

$$\begin{aligned}
F(O, M) &= \left\{ F(O_i, M_j) + (F(O_{i+1}, M_j) - F(O_i, M_j)) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} \right\} + \\
&+ \left(\left\{ F(O_i, M_{j+1}) + (F(O_{i+1}, M_{j+1}) - F(O_i, M_{j+1})) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} \right\} - \right. \\
&- \left. \left\{ F(O_i, M_j) + (F(O_{i+1}, M_j) - F(O_i, M_j)) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} \right\} \right) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} = \\
&= F(O_i, M_j) + (F(O_{i+1}, M_j) - F(O_i, M_j)) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} + \\
&+ \left[F(O_i, M_{j+1}) + (F(O_{i+1}, M_{j+1}) - F(O_i, M_{j+1})) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} \right] \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} - \\
&- \left[F(O_i, M_j) + (F(O_{i+1}, M_j) - F(O_i, M_j)) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} \right] \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} = \\
&= F(O_i, M_j) + (F(O_{i+1}, M_j) - F(O_i, M_j)) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} + \\
&+ \left[F(O_i, M_{j+1}) + F(O_{i+1}, M_{j+1}) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} - F(O_i, M_{j+1}) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} \right] \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} - \\
&- \left[F(O_i, M_j) + F(O_{i+1}, M_j) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} - F(O_i, M_j) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} \right] \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} = \\
&= F(O_i, M_j) + (F(O_{i+1}, M_j) - F(O_i, M_j)) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} + \\
&+ F(O_i, M_{j+1}) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} + F(O_{i+1}, M_{j+1}) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} - \\
&- F(O_i, M_{j+1}) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} - F(O_i, M_j) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} -
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -F(O_{i+1}, M_j) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} + F(O_i, M_j) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} = \\
& = F(O_i, M_j) + (F(O_{i+1}, M_j) - F(O_i, M_j)) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} + \\
& + (F(O_i, M_{j+1}) - F(O_i, M_j)) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} - \\
& - (F(O_{i+1}, M_{j+1}) - F(O_{i+1}, M_j) - F(O_i, M_{j+1}) + F(O_i, M_j)) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} = \\
& = F(O_i, M_j) + (F(O_{i+1}, M_j) - F(O_i, M_j)) \cdot \Delta\Delta O + \\
& + (F(O_i, M_{j+1}) - F(O_i, M_j)) \cdot \Delta\Delta M - \\
& - (F(O_{i+1}, M_{j+1}) - F(O_{i+1}, M_j) - F(O_i, M_{j+1}) + F(O_i, M_j)) \cdot \Delta\Delta O \cdot \Delta\Delta M, \\
& \text{де } \Delta\Delta O = \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i}, \Delta\Delta M = \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j}.
\end{aligned}$$

Легко бачити, що ми проводили дві апроксимації по горизонталі (або перші дві формули дають апроксимацію по горизонталі), а останню по вертикалі.

Обчислення цього ж самого виразу можна одержати провівши спочатку вертикальні апроксимації, тобто по M_j та M_{j+1} , а останню при сталому O . В результаті знову одержимо 3 формули:

4а) обчислюємо значення функції в точці (O_i, M) :

$$F(O_i, M) = F(O_i, M_j) + (F(O_i, M_{j+1}) - F(O_i, M_j)) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j};$$

5а) обчислюємо значення функції в точці (O_{i+1}, M) :

$$F(O_{i+1}, M) = F(O_{i+1}, M_j) + (F(O_{i+1}, M_{j+1}) - F(O_{i+1}, M_j)) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j};$$

6а) обчислюємо значення функції в точці (O, M) :

$$F(O, M) = F(O_i, M) + (F(O_{i+1}, M) - F(O_i, M)) \cdot \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i}.$$

і підставивши перші дві в останню одержимо:

$$\begin{aligned}
F(O, M) & = \left\{ F(O_i, M_j) + (F(O_i, M_{j+1}) - F(O_i, M_j)) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} \right\} + \\
& + \left\{ \left\{ F(O_{i+1}, M_j) + (F(O_{i+1}, M_{j+1}) - F(O_{i+1}, M_j)) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} \right\} - \right. \\
& \left. - \left\{ F(O_i, M_j) + (F(O_i, M_{j+1}) - F(O_i, M_j)) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} \right\} \right\} \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} = \\
& = F(O_i, M_j) + (F(O_i, M_{j+1}) - F(O_i, M_j)) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + \left[F(O_{i+1}, M_j) + (F(O_{i+1}, M_{j+1}) - F(O_{i+1}, M_j)) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} \right] \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} - \\
& - \left[F(O_i, M_j) + (F(O_i, M_{j+1}) - F(O_i, M_j)) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} \right] \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} = \\
& = F(O_i, M_j) + (F(O_i, M_{j+1}) - F(O_i, M_j)) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} + \\
& + \left[F(O_{i+1}, M_j) + F(O_{i+1}, M_{j+1}) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} - F(O_{i+1}, M_j) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} \right] \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} - \\
& - \left[F(O_i, M_j) + F(O_i, M_{j+1}) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} - F(O_i, M_j) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} \right] \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} = \\
& = F(O_i, M_j) + (F(O_i, M_{j+1}) - F(O_i, M_j)) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} + \\
& + F(O_{i+1}, M_j) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} + F(O_{i+1}, M_{j+1}) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} - \\
& - F(O_{i+1}, M_j) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} - \\
& - F(O_i, M_j) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} - F(O_i, M_{j+1}) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} + \\
& + F(O_i, M_j) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} = \\
& = F(O_i, M_j) + (F(O_i, M_{j+1}) - F(O_i, M_j)) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} + \\
& + (F(O_{i+1}, M_j) - F(O_i, M_j)) \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} + \\
& + (F(O_{i+1}, M_{j+1}) - F(O_{i+1}, M_j) - F(O_i, M_{j+1}) + F(O_i, M_j)) \frac{M - M_j}{M_{j+1} - M_j} \frac{O - O_i}{O_{i+1} - O_i} = \\
& = F(O_i, M_j) + (F(O_i, M_{j+1}) - F(O_i, M_j)) \cdot \Delta \Delta M + \\
& + (F(O_{i+1}, M_j) - F(O_i, M_j)) \cdot \Delta \Delta O + \\
& + (F(O_{i+1}, M_{j+1}) - F(O_{i+1}, M_j) - F(O_i, M_{j+1}) + F(O_i, M_j)) \cdot \Delta \Delta O \cdot \Delta \Delta M .
\end{aligned}$$

Як бачимо обидві формули для обчислення $F(O, M)$ співпадають.

3 Обчислення табличних величин від трьох змінних

Ряд величин обчислюється за тою чи іншою двохвимірною таблицею в залежності від значення третього параметру. Так, зокрема, таблична величина $C_n^\alpha(M, G)$ визначається за таблицею 1, якщо кут $\varphi\alpha = 0$ градусів, за таблицею 6, якщо $\varphi\alpha = 45$ градусів, або за таблицею 11, якщо $\varphi\alpha = 90$ градусів. Постає питання, якою таблицею користуватися, якщо цей кут не співпадає з жодним із значень 0, 45, 90, а займає деяке проміжне значення.

Пропонується спочатку визначити в якому діапазоні знаходиться кут $\varphi\alpha$. Переведемо його величину у радіанну міру. Нехай, наприклад,

$0 \leq \varphi\alpha \leq \pi/4$. Тоді обчислимо дві величини: $C_n^\alpha(M, G)1$ – за таблицею 1 і $C_n^\alpha(M, G)2$ – за таблицею 6. Досить детально про запропонований метод їх обчислення за двохвимірними таблицями описано вище в попередньому пункті.

Після цього можна за методом лінеаризації обчислити $C_n^\alpha(M, G)$. За аналогією з лінеаризацією одновимірної таблиці обчислення можна провести за формулою

$$C_n^\alpha(M, G) = C_n^\alpha(M, G)1 + \frac{(C_n^\alpha(M, G)2 - C_n^\alpha(M, G)1) \cdot (\varphi\alpha - 0)}{\pi/4 - 0}.$$

Якщо ж $\pi/4 \leq \varphi\alpha \leq \pi/2$, то обчислимо ці дві величини таким чином: $C_n^\alpha(M, G)1$ – за таблицею 6 і $C_n^\alpha(M, G)2$ – за таблицею 11. Після цього можна за методом лінеаризації обчислити $C_n^\alpha(M, G)$. За аналогією з лінеаризацією одновимірної таблиці обчислення можна провести за формулою

$$C_n^\alpha(M, G) = C_n^\alpha(M, G)1 + \frac{(C_n^\alpha(M, G)2 - C_n^\alpha(M, G)1) \cdot (\varphi\alpha - \pi/4)}{\pi/2 - \pi/4}.$$

Легко бачити, що ці дві формули можна подати одним виразом:

$$C_n^\alpha(M, G) = C_n^\alpha(M, G)1 + \frac{(C_n^\alpha(M, G)2 - C_n^\alpha(M, G)1) \cdot (\varphi\alpha - p \cdot \pi/4)}{\pi/4},$$

де множник $p = 0$, якщо $0 \leq \varphi\alpha \leq \pi/4$, та $p = 1$, якщо $\pi/4 \leq \varphi\alpha \leq \pi/2$.

Порядок побудови комп'ютерної програми

1. Задаємо початкові значення.
2. Оголошуємо цикл від 1 до деякого значення n .
3. Обчислюємо вектор сили тяги:
 - 3.1 Обчислюємо висоту польоту за формулою (3).
 - 3.2 Обчислюємо за таблицею властивостей атмосфери:
 - а) температуру,
 - б) силу гравітації,
 - б) густину повітря,
 - в) атмосферний тиск.
 - 3.3 Обчислюємо питомий імпульс і витрати маси палива за таблицею 18.
 - 3.4 Обчислюємо вагові секундні витрати двигуна та вагу палива за таблицею 19.
 - 3.5 Визначаємо масу ракети, віднімаючи від стартової маси ракети масу витраченого палива.
 - 3.6 Обчислюємо силу тяги двигуна у невагомості за формулою (4).
 - 3.7 Обчислюємо силу тяги двигуна за співвідношенням (2).
 - 3.8 Визначаємо вектор сили тяги двигуна за співвідношенням (1).
4. Обчислюємо вектор аеродинамічних сил:
 - 4.1 Обчислюємо динамічний тиск за формулою (6).

- 4.2 Обчислюємо число Маха за формулою $M = V / 20.04 / \sqrt{T}$.
- 4.3 Визначаємо за допомогою двохвимірної таблиці аеродинамічний коефіцієнт висотних добавок $\Delta C_x(M, H)$:
- визначаємо квадрат таблиці,
 - визначаємо поправку поза межами таблиці,
 - визначаємо значення коефіцієнту всередині таблиці.
- 4.4 Аналогічно до пункту 4.3 визначаємо за допомогою двохвимірної таблиці аеродинамічний коефіцієнт $C_{x0}(M, G)$ за таблицею 2.
- 4.5 Визначаємо аеродинамічний коефіцієнт $C_n^\alpha(M, G)$:
- визначаємо кут $\varphi_\alpha = \text{arctg}(\beta / \alpha)$. Звертаємо увагу, що при $\alpha = 0$ потрібно покласти $\varphi_\alpha = \pi / 2$,
 - визначаємо квадрат таблиці,
 - поправку за межі таблиці,
 - визначаємо $C_n^\alpha(M, G) 1$,
 - визначаємо $C_n^\alpha(M, G) 2$,
 - обчислюємо $C_n^\alpha(M, G)$.
- 4.6 Аналогічно до 4.5 визначаємо аеродинамічний коефіцієнт $B(M, G)$, враховуючи, що кут φ_α уже відомий.
- 4.7 Визначаємо значення аеродинамічного коефіцієнту C_x за співвідношенням (7).
- 4.8 Визначаємо вектор аеродинамічних сил за співвідношенням (5).
5. Обчислюємо вектор сумарної сили як суму вектора сили тяги та вектора аеродинамічних сил.
6. Обчислення нових значень координат польоту:
- Обчислюємо розклад вектора швидкості в стартовій системі координат: $V_x = V \cos \theta \cos \psi$, $V_y = V \sin \theta \cos \psi$, $V_z = -V \sin \psi$.
 - Знаходимо нові абсолютні координати центру мас ракети, тобто розв'язуємо перші три диференціальні рівняння системи

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{x} = V_x, \\ \dot{y} = V_y, \\ \dot{z} = V_z, \\ \dot{V}_x = \frac{f_x \cos \theta \cdot \cos \psi - f_y \sin \theta + f_z \cos \theta \cdot \sin \psi}{m} + g_x, \\ \dot{V}_y = \frac{f_x \sin \theta \cdot \cos \psi + f_y \cos \theta + f_z \sin \theta \cdot \sin \psi}{m} + g_y, \\ \dot{V}_z = \frac{-f_x \sin \psi + f_z \cos \psi}{m} + g_z, \end{array} \right.$$
- 6.3 Подаємо вектор сумарних сил у стартовій системі координат та приєднуємо третю складову – силу гравітації.

- 6.4 Розв'язуємо наступні три диференціальні рівняння попередньої системи.
- 6.5 Знаходимо кути відхилення вектора швидкості від площини стрільби та кут атаки в новій точці.
7. Завершуємо цикл.

Список використаних джерел:

1. Игдалов И.М. Ракета как объект управления / Игдалов И.М., Кучма Л.Д., Поляков Н.В., Шептун Ю.Д. – Днепропетровск: Арт-пресс, 2014. – 542 с.
2. Щирба О.В. Побудова математичних моделей для обчислення фазових траєкторій літальних апаратів в умовах захисних маневрів / О.В. Щирба // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет, 2016. – Вип. 13. – С. 201 – 212 с.

The article investigates the efficiency of algorithms models control of complex technical systems. The basic equation by which describes in detail the movement of aircraft in terms of defensive maneuvers.

Keywords: aircraft modeling, motion trajectory.

ВІСНИК
КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
імені Івана Огієнка
Фізико-математичні науки
Випуск 9

Здано в набір 21.12.2016. Підписано до друку 23.12.2016.

Формат 60x84/16. Гарнітура Times. Умов. друк. арк. 9,71

Обл. вид. арк. 8,1. 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.