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 2

Кам'янець-Подільський
2009

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 № 10 від 29 жовтня 2009 р.).

Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки. - Випуск 2. - Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2009. - 116 с.

ЗМІСТ

Атаманчук П.С., Мендерецький В.В. Психологічні основи управління навчально-пізнавальною діяльністю на основі об'єктивного контролю 5

Білик Р.М. Підготовка майбутніх вчителів трудового навчання до формування безпечної діяльності в шкільних майстернях 12

Гаєвська А.В., Щирба В.С. Фрактальний стиск зображень та його застосування 15

Губанова А.О. Отримання зображень за допомогою камери-обскури та розвиток фізичних знань школярів про оточуючий світ 19

Дмитрук С.І. Формування експериментальних умінь учнів 25

Конет І.М. Інтегральні зображення розв'язків початково-крайових задач теплопровідності в напівобмежених багатошарових просторових середовищах 29

Кріль С.О. Побудова наближених розв'язків крайової задачі для диференціально-функціонального рівняння 37

Криськов Ц.А., Криськов А.А., Рачковський О.М., Акімова О.О., Мешалкін О.Ю., Трідух Г.М. Матеріали для електроніки 46

Муравський С.А. Використання методу проектів на заняттях з фізики та астрономії як засіб формування творчої активності студентів 50

Ніколаєв О.М., Атаманчук П.С., Панчук О.П. Теоретичні основи цілеспрямованості навчального фізичного експерименту 53

Гнатюк В.О., Гнатюк Ю.В., Гудима У.В. Опис конуса внутрішніх напрямків для множини однозначних неперервних відображень, які є селекціями неперервного опуклозначного відображення 59

Поведа Т.П., Атаманчук П.С. Самостійна робота студентів як засіб саморозвитку та самоосвіти 64

Семенишена Р.В. Особливості формування наукового світогляду, як необхідного елементу прогнозування діяльності старшокласника 69

Смалько О.А. Корисна практика розробки навчального відео в процесі підготовки педагогів 72

Гнатюк Ю.В., Гнатюк В.О., Гудима У.В. Теореми існування екстремального елемента для задачі найкращої відносно деякої псевдометрики апроксимації компактнозначного відображення елементами множини однозначних відображень, які є селекціями опуклозначного відображення 76

Семерня О.М. Технологічні прийоми формування професійних компетентностней майбутніх учителів фізики 81

Сморжевський Ю.Л., Сморжевський Л.О. Про методику використання педагогічного програмного засобу GRAN 1 при вивченні обернених функцій в курсі алгебри і початків аналізу 10 класу середніх загальноосвітніх навчальних закладів 89

Сорич В.А., Сорич Н.М., Сорич А.В. Сумісне наближення періодичних аналітичних функцій та їх узагальнених похідних інтерполяційними тригонометричними многочленами 95

Гудима У.В., Гнатюк Ю.В., Гнатюк В.О. Еквівалентність задачі найкращої рівномірної апроксимації компактнозначного відображення скінченновимірним підпростором з додатковим обмеженням, що задається системою замкнутих опуклих множин, деякій задачі лінійного програмування з нескінченною кількістю обмежень 105

Власов В.А. Розв'язання задач з фізики за допомогою VISUAL BASIC 109

Водяник І.І. Підвищення паливної економічності тракторів на транспортних роботах 113

УДК 378.14

П.С.Атаманчук, академік АН ВО України, доктор педагогічних наук, професор,
В.В.Мендерецький, доктор педагогічних наук, професор

ПСИХОЛОГІЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ НА ОСНОВІ ОБ'ЄКТИВНОГО КОНТРОЛЮ

У статті розглядається проблема впровадження цільових орієнтацій у забезпечення дієвого управління підготовки майбутнього учителя.

***Ключові слова**: метод навчання, пізнання, методологія, еталон, пізнавальна задача, знання, вміння, цільова програма.*

Світ особистості наповнений цінностями. В умовах корисної діяльності ці якості завжди складно опосередковані різноманітними усвідомленими цілями діяльності індивіда. Щодо цілей освіти, необхідно зробити (з певним упередженням) акцент. що сучасні досягнення науки перевернули попереднє уявлення людини про оточуючу дійсність. Основа природи, за сучасними уявленнями, більше не вважається тільки об'єктивним світом, вона – неподільна тріада, яка складається із суб'єкта, об'єкта і процесу інтеграції, що відбувається між ними» [1]. Отже, будь-яке явище, епізод дійсності, перетворений і освоєний людською діяльністю, як певний ціннісний елемент культури, одержує соціокультурний статус. Тому відображення об'єктивного світу в плані особистісного змісту піднімає свідомість студента на рівень, що носить принципово соціальний характер, визначений нормативними і ціннісними структурами суспільної практики. Це виражається в почуттях, поведінці, відносинах до людей, речей, ідей.

Входження України в загальноєвропейський освітній простір усе більш явно ставить у центр вітчизняної системи освіти пріоритети особистості. Особистісний смисл є особливим, небезстороннім ставленням особистості до цінностей культури, з якою вона взаємодіє. Особистісні значення визначають спрямованість особистості, її соціальну позицію, самосвідомість, світогляд, ціннісні орієнтації. Нові вимоги та можливості, що ставляться до сучасної освіти вимагають переосмислення суті навчального процесу, визначають основні засади його перебудови. Це створення нових технологій навчання, які б відповідали науково-технічному прогресу та враховували психолого-педагогічні аспекти засвоєння знань.

Складність і неоднозначність змін, що відбуваються в нашому суспільстві, ставлять педагога перед необхідністю ціннісного самовизначення, вимагають від нього реалізації демократичних і гуманістичних принципів у педагогічній діяльності, підвищення рівня його професійної підготовки. Спонтанна діяльність студентів і врахування лише їх інтересів при визначенні змісту і методів навчання може порушити систематичність процесу навчання, знизити рівень освіти. Тому необхідно в процесі навчально-пізнавальної діяльності моделювати різноманітні ситуації, вивчити їх, проаналізувати та вибрати оптимальні моделі.

Проблема управління навчанням в тій чи іншій формі пронизує практично кожне методичне дослідження (розробки, посібники, монографії). Науковці розглядають проблеми управління крізь призму формування якостей знань і розвитку особистості, наголошують на тому, що для розв'язання проблеми управління визначальне значення має зворотний зв'язок, що контроль у навчанні є основою управління, пропонують ціннісний підхід до формування багатовимірної особистості. Завдання управління навчанням варто розв'язувати з позицій особистісно-діяльнісного підходу. Такий підхід дає підстави вести мову про управління засвоєнням знань та способами діяльності, враховуючи особистісні характеристики студента. Дослідивши характеристики і властивості основного структурного елемента динамічної системи, можна розв'язувати проблему управління цією системою, тобто навчально-пізнавальною діяльністю.

На основі численних теоретичних концепцій: «функціональних систем» (П.К.Анохін); «розвитку вищих психічних функцій» (Б.Г.Ананьєв, Л.С.Виготський, Г.С.Костюк), «провідної діяльності у розвитку психіки» (О.М.Леонтьєв); «змістовних узагальнень у навчанні» (В.В.Давидов); «відображення» (К.К.Платонов); «знакових систем» (Л.С.Виготський); «активної людської пам'яті» (І.Хофман); «мотиваційних процесів» (Х.Хекхаузен); «розвитку пізнавального інтересу і творчості у навчанні» (Г.І.Щукіна, В.Г.Разумовський, О.І.Ляшенко); «педагогіки співробітництва» (Ш.О.Амонашвілі) – приходимо до висновку, що процес визначеної життєдіяльності завжди пов'язаний з умотивованим певною потребою напруженням вищих психічних функцій людини (сенсорно-перцептивні, мнемічні, вербально-логічні).

Напружений психічний стан мобілізує відповідні ресурсні можливості організму людини на досягнення якоїсь мети. Це значить, що суб’єкт діяльності має здійснити певні перетворення над об’єктом діяльності (конкретним предметом або конкретним знаком), тобто розв'язати задачу для задоволення якоїсь інтелектуальної, матеріальної, соціальної, світоглядної чи духовної потреби [2]. Отже, задача, у співвідношенні з суб'єктом, – це свідома мета, детермінована об’єктивно-предметними умовами її досягнення. Тому, з огляду на досягнення мети й детермінуючий характер об'єктивно-предметних умов середовища, в якому здійснюється конкретна діяльність, задачі умовно можна класифікувати на віддалені, ближні та актуальні.

У пізнавальній діяльності прикладами задач віддаленого характеру, скажімо, можуть бути такі: проблема локалізації в якомусь просторі на тривалий час високотемпературної плазми, проблема високотемпературної надпровідності та ін. – задачі, над якими працюють науковці та винахідники (наукова задача). Прикладом задач ближнього характеру є вивчення закону збереження імпульсу, основного рівняння молекулярно-кінетичної теорії, рівняння Ейнштейна для фотоефекту тощо, тобто задачі, які виконує той, хто навчається, під керівництвом викладача (пізнавальні задачі). До задач актуального характеру належать конкретні завдання на використання відповідних законів, які студент спроможний виконати без допомоги викладача (навчальні задачі). Таким чином, за описаними ознаками, задачі, які обслуговують пізнавальну діяльність, можна поділити на наукові (проблема), пізнавальні й навчальні.

Наукова задача зорієнтована на віддалену мету, розрахована на створення об'єктивно нового знання в суспільній свідомості. Хоча такі задачі виконують науковці й винахідники, досвід показує, що ігнорувати ними в навчанні не слід, оскільки залучення студентів до осмислення важливих наукових проблем спонукає їх до роздумів, фантазій, пошукової діяльності; задає певні ціннісні орієнтири, формує світоглядні уявлення й позиції, збагачує інтелектуально, тобто забезпечує добру передумову виникнення стійкого пізнавального інтересу та активності в навчанні.

Пізнавальна задача своєю метою зорієнтована на «зону найближчого розвитку» студента. «Зона найближчого розвитку» визначається такими розумовими операціями, які студент ще не здатний виконати самостійно, але які стають для нього посильними завдяки певній допомозі ззовні. Операційний механізм, хоч і зумовлюється системою тимчасових зв'язків суб’єкта з об’єктом пізнання, завжди спрацьовує за принципом доцільності, що історично формується в процесі соціального розвитку людини, визначаючи той чи інший порядок як зовнішніх, так і внутрішніх взаємодій, які призводять до певних перетворень як в об’єкті, так і в суб’єкті пізнання. За умови спрацювання цього механізму студент оволодіває «суб’єктивно новим знанням» та способами його отримання (знання + методологічність). В міру ж опанування методологією отримання нових знань, в нього формуються такі особистісні якості як: готовність до самоконтролю, самоуправління та самоосвіти. Таким чином приходимо до неймовірно простого висновку: єдиним джерелом знань є власна перетворювальна діяльність людини, спрямована на об'єкт пізнання й на саму себе. Ось чому допомога студентові в навчанні має зменшуватися.

Отже, пізнавальна задача функціонально забезпечує логічний ряд навчально-пізнавального акту, а саме: визначення мети → упередження кінцевого результату діяльності → активна перетворювальна діяльність → управління (функція викладача) → самоуправління − тому вона є своєрідною «молярною частинкою» («генетичною ланкою системи», «клітинкою пізнання») навчального процесу, поведінку і властивості якої піддаємо аналізу з тим, щоб згодом результати цього аналізу трансформувати на процес вивчення фізики в цілому.

Навчальна задача своєю метою зорієнтована на зону актуального розвитку (ЗАР) студента. Навчальні задачі він здатен розв'язувати без допомоги викладача, звичайно, якщо зміст таких задач приведений у відповідність з його пізнавальними можливостями. Навчальні задачі – необхідна умова для інтелектуального, а при відповідному доборі – емоційного, методологічного та світоглядного збагачення індивіда. Фактично всі запитання і задачі, які розміщені у збірниках та підручниках з фізики, мають характер навчальних.

Як бачимо, початкове «нове» знання студент отримує тільки через пізнавальну задачу, оскільки наукова задача не може набути статусу обов'язкової у навчанні. Навчальна задача, виступаючи специфічним елементом освітнього середовища, фактично «обслуговує» пізнавальну задачу. Отже, правомірно і з цього погляду пізнавальну задачу обрати об’єктною характеристикою навчального процесу. Пізнавальну задачу з позицій діяльнісного підходу варто інтерпретувати як процес взаємодії людини з об'єктом пізнання, внаслідок якої людина збагачується «новим» знанням. Вектори цієї взаємодії пов'язані з діяльністю функціональних, операційних та мотиваційних механізмів психіки й відповідно породжуються знаковими (спрямованими всередину людини), операційними («човникова» спрямованість) та знаряддєвими або інструментальними (спрямованими назовні, на конкретний об’єкт) зв’язками. Як стверджує Б.Г.Ананьєв «сенсорно-перцептивні, мнемічні, вербально-логічні процеси є складними утвореннями, в яких взаємодіють функціональні, операційні й мотиваційні механізми, що належать до різних класів характеристик людини» [1].

Такими особистісними характеристиками діяльності студента стосовно до засвоєння конкретної пізнавальної задачі, а тим більше певного класу пізнавальних задач, як було показано вище, виступають стереотипність, усвідомленість та пристрасність. Легко побачити, що цими характеристиками охоплюється часовий простір діяльності: минуле → теперішнє → майбутнє. Тепер переконуємося, що вони (стереотипність, усвідомленість, пристрасність) добре узгоджуються з перебігом вищих психічних процесів (сенсорно-перцептивного, мнемічного, вербально-логічного), як їхні специфічні результати. Зрозуміло, що такі якості індивіда як пристрасність, усвідомленість та стереотипність можуть бути або не бути сформованими залежно від того, в якому освітньому середовищі (психологічний клімат, матеріальна база, технології) здійснюється навчально-пізнавальна діяльність цього індивіда. Не випадково відомий педагог-новатор Б.П.Нікітін, загострюючи особливу увагу саме на середовищі, переконує, що завжди потрібно «наскільки це можливо, завчасно оточити дитину таким середовищем і такою системою стосунків, які стимулювали б найрізноманітнішу її творчу діяльність і поступово розвивали б у ній саме те, що у відповідний момент здатне найефективніше розвиватися» [4]. У нашій інтерпретації, кредо автора, трансформоване на взаємодію «студент – об'єкт пізнання», звучатиме так: детермінуючий вплив освітнього середовища у навчанні – це гарантоване досягнення проектованого результату навчально-пізнавальної діяльності (особистісні здобутки студента); сприяння досягненню успіху в ній.

Проектуючи освітнє середовище відповідно до сучасної моделі освіти, слід пам'ятати, що наші освітні заклади зорієнтовані на розвиток наукового мислення студентів, приділяють недостатньо уваги розвитку їх емоційно-образного, художнього мислення. Поділяємо позицію відомого російського вченого Б.М.Неменського: «Вади односторонньо наукового навчання рано чи пізно мають бути подолані. Ми втрачаємо на цій односторонності величезні можливості творчого мислення, бо для цього потрібен багатий світ асоціацій, розвинуті емоційно-ціннісні критерії в кожної людини, якою б не була її професія. Позанаукове художнє пізнання існує, і йому треба свідомо й спрямовано відкрити дорогу в школу» [2].

Науковці-методисти А.М.Гуржій, Ю.О.Жук і В.П.Волинський також наголошують на потребі створення навчального середовища, адекватного вимогам сьогодення. Дослідники не обмежуються лише показом значення освітнього середовища для формування особистісних якостей молодої людини — вони окреслюють основні напрямки його створення й розвитку відповідно до навчально-виховних потреб, розглядаючи дві його складові: матеріальну (навчальна матеріально-технічна база, створення якої ми пов'язуємо зі знаряддєвим типом взаємодії того, хто навчається, з об'єктом пізнання) та інформаційно-технологічну (орієнтована на знаковий характер взаємодії «людина — об'єкт пізнання») [3].

Таким чином, якщо, проектуючи за тим чи іншим принципом вимірники якості знань, будемо усвідомлювати, що ці вимірники виступають як своєрідні вимоги до результатів навчання студента, то дійдемо висновку, що вони мають бути обов'язково узгодженими, гармонізованими з можливостями освітнього середовища. При цьому також не можна не враховувати ще одного суттєвого моменту: будь-яка вимога, що ставиться до людини, спричинює специфічну реакцію її організму, яку називають стресом, або напруженим станом. Вимоги до знань студента, в умовах гуманного навчання, ніколи не повинні приводити його до стану виснаження. Крім втрат здоров'я, такий стан викликає зневіру в себе, пасивність в громадському житті та ін. Вища форма гуманізації навчання полягає у тому, що детермінізм, без якого цей процес неможливий, ґрунтується на принципах максимальної вимогливості і поваги до людини, які мають формуватися залежно від її потреби у самовираженні та спілкуванні [5].

На основі сказаного легко вказати основний механізм виділення критичних значень для кожного з параметрів засвоєння пізнавальної задачі. Головними якісними характеристиками як знань взагалі, так і процесу засвоєння конкретної пізнавальної задачі студентом, доцільно вважати такі параметри як усвідомленість, стереотипність, пристрасність. Рівнем опанування навчальним матеріалом важатимемо існуючий у суспільній свідомості зразок діяльності студента щодо засвоєння конкретної пізнавальної задачі, що відповідає критичному значенню конкретного параметра. Необхідно також окреслити основні «робочі» критерії (критичні значення) для кожного з параметрів її засвоєння. Такі критерії витікають з умов протікання навчального процесу на основі врахування його динаміки. Результатами аналізу цих умов є насамперед найбільші і найменші значення параметра (граничні межі), за яких протікає даний процес як такий. Граничними межами визначається ціле поле допустимих значень параметра, серед яких є і оптимальне значення. Таке, що найбільш відповідає повноцінному функціонуванню всіх механізмів психіки студента в процесі його навчально-пізнавальної діяльності.

Для кожного параметру оптимальний критерій задовольняє вимоги ергономіки навчання, «закону економії часу», психогігієни стресових ситуацій та забезпечення пошукової активності. «Аномальні» критерії, як засвідчує практика, мають неабияке значення для проектування і встановлення індивідуальних надбань студента в процесі навчання. Три стани кожного параметру повністю охоплюють зону, у якій навчальний процес відбувається як такий. За рамками цих станів навчально-пізнавальна діяльність не відбувається. Отже, вони і є основними критеріями для кожного з параметрів засвоєння пізнавальної задачі. Оскільки загальні принципи процедури контролю передбачають точний опис об'єкта контролю, виділення його параметрів та визначення критичних значень для них, то сутність контролю у такому випадку зводиться до порівняння дійсних значень за кожним параметром з обраними еталонами: розуміння головного (РО), завчені знання (ЗЗ), наслідування (НС), повне опанування знань (ПОЗ), уміння (У), навичка (Н), переконання (П). Підвищення якості засвоєння навчального матеріалу для кожного з головних його параметрів обов'язково проходить через рівень повного опанування знань конкретної пізнавальної задачі.

Остаточно приходимо до таких висновків. За наявної моделі освіти має існувати конкретний стандарт освітнього середовища, через яке викладач впливає на результативну навчально-пізнавальну діяльність майбутнього спеціаліста. Зміст навчання окреслюється навчальною цільовою програмою, у якій намічено конкретні рівні засвоєння кожної пізнавальної задачі. Навчання молодої людини керується (коригується, регулюється) на основі результатів контролю, які є своєрідним наслідком зіставлення реальних результатів навчання з вимогами конкретного еталона. Контроль здійснюється за всіма параметрами (пристрасність, усвідомленість, стереотипність). Якщо відповідно до наслідків контролю приймаються адекватні управлінські рішення, то це сприяє поступовому розвитку інтелектуальних, світоглядних, творчих та духовних особистісних начал особистості.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики. – Кам'янець–Подільський: Кам'янець–Поділ. держ. пед. ун–т, інформ.–вид. від., 1999. – 174 с.
2. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В., Ніколаєв О.М. Методичне забезпечення навчального фізичного експерименту (11 клас) // Кам'янець-Под.: Буйницький О.А., 2008. – 211 с.
3. Методичні основи організації і проведення навчального фізичного експерименту: Навч. посіб. / П.С.Атаманчук, О.І.Ляшенко, В.В.Мендерецький, А.М.Кух. – Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О.А., 2006. – 216 с.
4. Мендерецький В.В. Навчальний експеримент в системі підготовки вчителя фізики: Монографія. – Кам'янець-Под.: К-ПДУ, ред.-вид. від., 2006. – 256 с. – Бібліогр.: с. 232-255.
5. Мендерецький В.В., Панчук,О.П., Дмитрук С.І. Психологічні аспекти управління процесом формування експериментальної компетентності // Зб. наук. пр.: Серія педагогічна: Дидактика дисциплін фізико-математичної та технологічної освітніх галузей. - Кам'янець-Подільський: К-ПДУ, ред.-вид. від., 2009. – Вип. 15. – С. 81-84.

In the article the problem of introduction of having a special purpose orientations is examined in providing of effective management of preparation of future teacher.

***Key words**: method of studies, cognition, methodology, standard, cognitive task, knowledge, ability, having a special purpose program.*

УДК 37.014.543

Р.М.Білик, асистент кафедри методики викладання фізики і дисциплін технологічної освітньої галузі

ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ТРУДОВОГО НАВЧАННЯ ДО ФОРМУВАННЯ БЕЗПЕЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В ШКІЛЬНИХ МАЙСТЕРНЯХ

Розглянуто проблеми вдосконалення системи трудового навчання, адекватного сучасним освітнім стандартам.

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

Розвиток науково-технічного прогресу висуває нові вимоги до розвитку сучасного виробництва. Ці вимоги полягають у забезпеченні його кваліфікованими працівниками, які були б конкурентоздатними на ринку праці, володіли знаннями, вміннями та навичками в різних галузях виробництва, проявляли себе як ініціативні, творчі особистості, здатні приймати самостійні рішення. Однак ці рішення окрім принесеної суспільної користі мають не шкодити її здоров'ю та здоров'ю оточуючих її людей.

Тому фахова трудова підготовка учнів повинна відбуватися не лише з урахуванням перспектив та досягнень техніки та технології, а й з повним усвідомленням небезпек, які виникають під час тих чи інших технологічних процесів з обробки матеріалів.

Важливу роль у вирішенні цієї проблеми належить вчителю трудового навчання, бо саме від наявності в його професійній діяльності необхідних вмінь та навичок, залежить ступінь підготовки учнів до безпечної роботи у сфері матеріального виробництва.

Вдосконалення системи підготовки майбутнього вчителя трудового навчання на сьогоднішній день розглядається як одна з невід'ємних складових реформи системи освіти в цілому. Однак визначивши зміст педагогічної підготовки учителя, згідно з вимогами навчальних програм і порівнявши його з станом цих проблем в реальності, можна визначити і реалізувати конкретні заходи необхідні для забезпечення належної підготовки майбутніх вчителів технології виробництва. Аналізуючи зміст освіти стає очевидним, що в сучасних соціально-економічних умовах потрібна здійснювати не лише психолого-педагогічну, а й методичну підготовку майбутніх вчителів, із збереженням її фундаментальності.

Досвід практичної роботи та вивчення наукової літератури показує, що в сучасних умовах співвідношення теоретичної і практичної підготовки вчителя трудового навчання усе ще не досягло належного рівня.

Підготовка вчителя трудового навчання передбачає вивчення властивостей та технологічних процесів обробки різного роду матеріалів зокрема: кольорового та чорного металів; різних порід деревини; різноманітних видів тканин, тощо. В зв’язку з цим виникає необхідність у набутті практичних вмінь та теоретичних знань з обладнанням для обробки вищезгаданих матеріалів, безпечна експлуатація цих установок відповідно до вимог з охорони праці.

Розкриттю різних аспектів професійної підготовки майбутніх вчителів трудового навчання у вищих педагогічних закладах, присвяченні дослідження багатьох науковців зокрема: дослідження В.І.Андріяшина, І.С.Волощука, Д.Ф.Рудика, О.І.Гедвілло, Р.С.Гуревича, В.І.Гусєва, П.В.Дмитренка, О.М.Коберника, В.В.Кузьменка, Г.В.Терещука, В.П.Курок, Г.Є.Левченка Д.О.Лазаренка, В.М.Мадзігона, А.М.Плутка, Л.В.Оршанського, Б.А.Прокоповича, Б.В.Сименача, В.К.Сидоренка, В.В.Стешенка Д.О.Тхоржевського, В.І.Чепка, М.С.Янцура та інших.

В процесі історичного розвитку промисловості завжди існувала необхідність в попередженні травматизму, в забезпеченні безпечних умов праці. Ця необхідність призводила до послідовного накопичення знань з охорони праці, що призвело з часом до зародження науки про безпеку праці. Впродовж тривалого часу в побуті існувала думка, що нещасні випадки і травматизм можуть бути передбачуваними, однак наукою було зроблено протилежний висновок: нещасний випадок не випадковий.

Існує два фактори, що визначають безпеку на робочому місці, - це безпечна техніка та безпечна поведінка учня. При цьому більше половини нещасних випадків відбувається через небезпечну поведінку, помилки постраждалих. Людина, що виконувала роботу, чогось не помітила, не врахувала, не передбачила, з чимось не впоралась, поквапилась. Цьому слугували необачність, неуважність, бажання до вільної поведінки, схильність до конфліктів, нестриманість, надмірна самовпевненість, схильність до ризику, неповага до норм і правил, слабкі професійні якості.

Відповідно, предметом вивчення безпеки є не тільки техніка й технологічні процеси, а й людський фактор. Психологічні причини пов’язані з людиною, вивчає психологія *безпеки праці* – напрямок психологічної науки, в основі якої лежить вивчення психологічної причини нещасних випадків, які виникають в процесі праці, а також шляхів використання психології для підвищення безпечної діяльності.

Вивчення психічних причин нещасних випадків довгий час не проводився в зв’язку з тим, що довгий час існувала точка зору про складність та таємничість психічних виявів людей, а тому марні намагання до їх точного визначення. Більше того люди в процесі трудової діяльності не рідко і умисно порушують добре відомі їм правила, наражаючи себе на небезпеку.

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

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

Сьогодні в нашій країні існують різні концепції змісту освіти, коріння яких йде в минуле. Однак головне в сучасній освіті залишилося. Як і раніше воно є засобом передачі соціального досвіду, а в його змістовій частині, яка складається з чотирьох структурних елементів, має відображатися те, чого ми очікуємо від нашого сучасника:

- досвід пізнавальної діяльності, що фіксується у формі її результатів – знань.
- досвід втілення відомих способів діяльності – у формі вмінь діяти за зразком;
- досвід творчої діяльності – в формі вмінь приймати нестандартні рішення в проблемних ситуаціях;
- досвід втілення емоційно-цініснних відносин – у формі особистісних орієнтацій (духовність, всебічний розвиток особистості);

Ці елементи утворюють структуру змісту. Вони пов’язані між собою таким чином, що кожен попередній елемент служить передумовою для переходу до наступного. Наприклад, вміння формується на основі знань, а творча діяльність передбачає оволодіння деякою сумою знань і вмінь в даній області творчості.

В цьому велика роль належить виховань. Серед основних підходів (особистісно-орієнтований, діяльністний, культурологічний, цінісний, формуючий особистість безпечного типу, гуманістичний) вибраний підхід, який формує особистість з безпечною поведінкою.

Глобальні зміни, що відбуваються в сучасному світі, в значній мірі пов’язані з впровадженням нових технологій, які дають людству не тільки можливість більш широко задовольняти свої потреби але і визначати тенденцію зростання загроз для життя і здоров’я людей. Подолання ситуації, що склалась об’єктивно потребує перегляду багатьох соціальних інститутів і систем, в тому числі системи виховання.

Викладачі трудового навчання повинні дотримуватися єдиного методологічного підходу, відійти від технократичного підходу до охорони праці, повірити в ефективність цього навчання, включити в нього інструктажі з охорони праці, щоб краще підготовити відповідних спеціалістів.

Список використаних джерел:

1. Тхоржевський Д.О. Методика трудового та професійного навчання. – К. РННЦ «ДІНІТ» 2000. – С. 25.
2. Гусєв.С.В. Перспективи радикального вдосконалення системи трудового навчання учнів // Трудова підготовка в закладах освіти. – 2008. № 5-6. – С.5.
3. Дятленко С. М. Книга вчителя трудового навчання. – Х. «Торсінг» 2005. – С. 12-25.

Look at the problems of perfection system of practical study, according to modern educational standards

***Key words:** practical study, the development of educational, the technical work, professional orientation, educational subject, physical picture of world, the system of education.*

УДК 681.3

А.В.Гаєвська, асистент кафедри інформатики,
В.С.Щирба, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри інформатики

ФРАКТАЛЬНИЙ СТИСК ЗОБРАЖЕНЬ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ

Стаття дає уявлення про фрактали та фрактальну розмірність, розглядається метод побудови фракталів за допомогою IFS та використання цього методу для стиску зображень.

***Ключові слова**: фрактал, фрактальна розмірність, IFS.*

Зростаюча доступність надпотужних комп’ютерів, цифрових камер, сканерів та принтерів призвели до широкого використання цифрових зображень. В зв’язку з цим посилюється інтерес до алгоритмів обробки графічних даних, особливо алгоритмів стиску. Розв’язання проблеми стиску зображення опирається на сучасні досягнення техніки і математики та стимулює подальший розвиток багатьох областей цих наук. Одним із напрямків сучасних досліджень стала фрактальна геометрія.

Поняття “фрактал” і “фрактальна геометрія” (від англ. «fractal» — дробовий, неповний, частковий) були запропоновані Б. Мандельбротом в 1975 р. З математичної точки зору фрактал – це множина з дробовою розмірністю. Поняття такої розмірності було введено Ф. Хаусдорфом у 1919 р. Ним же були наведені перші приклади множин з дробовою розмірністю (канторова множина, крива Коха та інші “екзотичні” об’єкти, до недавнього часу маловідомі за межами математики).

Суть дробової розмірності можна розглянути таким чином. Нехай d – звичайна евклідова розмірність простору, в якому знаходиться фрактальний об’єкт ($d = 1$ – лінія, $d = 2$ – площина, $d = 3$ – тривимірний простір). Покриємо повністю цей об’єкт d-мірними “кулями” (відрізок прямої, квадрат або куб) радіуса l. Припустимо, що нам знадобилось для цього не менше ніж $N(l)$ куль. Тоді, якщо при достатньо малих l величина $N(l)$ міняється з l за степеневим законом $N(l)\sim 1/l^D$, то D називається хаусдорфовою або фрактальною розмірністю цього об’єкта. Цю формулу можна записати у вигляді $D = -\lim\limits_{l \to 0} \frac{\ln N(l)}{\ln l}$.

Легко переконатися, що для звичних фігур (відрізок, круг, піраміда тощо) значення хаусдорфової і евклідової розмірності співпадають. Разом з тим, фрактальна розмірність канторової множини $D = 0{,}6309$. Вона виявилась меншою Евклідової розмірності простору ($d = 1$), в якому розміщується ця множина (тобто її довжина дорівнює нулю), проте все-таки ця розмірність відмінна від нуля, тобто більша топологічної розмірності елементів (точок) цієї множини. Нерівність $D < d$ відображає факт “щільності” фрактала, причому чим більше розрізняються величини D і d, тим більш рихлим є фрактал. Фрактальна розмірність кривої Коха $D = 1{,}2618$. Ця величина більша за одиницю (топологічну розмірність лінії), але менша Евклідової розмірності площини, $d = 2$, на якій розміщена крива. Проте, існують фрактали, які щільно заповнюють простір, в якому вони знаходяться, так що їх фрактальна розмірність $D = d$. Одним з прикладів такого роду є криві Пеано.

Багато фракталів можна побудувати методом простої заміни. Він полягає у тому, що один з елементів структури замінюється деякою комбінацією інших, йому подібних. Потім ця ж операція повторюється з кожним з цих елементів, і так далі до нескінченності. Так, наприклад, при побудові серветки Серпинського один трикутник замінюється трьома трикутниками вдвічі меншого розміру, подібних йому; далі кожен з цих трикутників також замінюється трьома трикутниками вдвічі меншого розміру (тобто після другого кроку побудови ми отримуємо вже дев'ять трикутників) і т.д. Метод, який дозволив перевести цю "процедуру заміни" на мову математичних формул, з'явився в середині 80-х років і отримав назву Систем Ітерованих Функцій – СІФ (Iterated Function System – IFS).

Щоб побудувати IFS розглядається набір стискуючих афінних перетворень:

T_1, з коефіцієнтом стиску $s_1<1$,

T_2, з коефіцієнтом стиску $s_2<1$,

...

T_m, з коефіцієнтом стиску $s_m<1$,

які діють на R^n. Ці m відображень використовуються для побудови одного стискаючого відображення T в просторі K всіх непорожніх компактів з R^n. Перетворення Хатчинсона T: $K \to K$ задається наступним чином:

$$T(E) = T_1(E) \cup T_2(E) \cup ... \cup T_m(E),\ E \in K.$$

Взагалі, будь-яке афінне перетворення T простору (будемо розглядати простір R^2) можна представити у вигляді:

$$\begin{aligned} x_{n+1} &= ax_n + by_n + e, \\ y_{n+1} &= cx_n + dy_n + f, \end{aligned}$$ або в матричній формі $$T\left(\begin{bmatrix} x_n \\ y_n \end{bmatrix}\right) = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x_n \\ y_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix}.$$

Системою ітерованих функцій називають сукупність введених таким чином T_m відображень разом з ітераційною схемою:

E_0 – компактна множина (довільна)

$E_1 = T(E_0)$,

$E_2 = T(E_1)$,

...

$E_n = T(E_{n\text{-}1})$,

…

Є два підходи до реалізації IFS: детермінований і рандомізований. В детермінованому алгоритмі розглядають наступну послідовність множин:

E_0 – компактна множина (довільна)

$E_1 = T_1(E_0) \cup T_2(E_0) \cup T_3(E_0)$

...

$E_n = T_1(E_{n\text{-}1}) \cup T_2(E_{n\text{-}1}) \cup T_3(E_{n\text{-}1})$

…

Так, якщо в якості E_0 вибрати замкнуту трикутну область, а в ролі системи стискуючих відображень наступні афінні перетворення:

$$T_1(\begin{bmatrix} x_n \\ y_n \end{bmatrix}) = \begin{bmatrix} 1/2 & 0 \\ 0 & 1/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_n \\ y_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix},$$

$$T_2(\begin{bmatrix} x_n \\ y_n \end{bmatrix}) = \begin{bmatrix} 1/2 & 0 \\ 0 & 1/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_n \\ y_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1/2 \\ 0 \end{bmatrix},$$

$$T_3(\begin{bmatrix} x_n \\ y_n \end{bmatrix}) = \begin{bmatrix} 1/2 & 0 \\ 0 & 1/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_n \\ y_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1/4 \\ \sqrt{3}/4 \end{bmatrix},$$

то множини E_n, побудовані цим способом, будуть точнісінько такими ж, що й при вилученні центральних трикутних частин, тобто в даному випадку йде мова про побудову серветки Серпинського.

В рандомізованому алгоритмі, який часто називають грою в хаос, в ролі початкової множини вибирають одну точку:

x_0 – початкова точка (довільна)

$x_1 = T_1(x_0)$ або $T_2(x_0)$ або $T_3(x_0)$

...

$x_n = T_1(x_{n-1})$ або $T_2(x_{n-1})$ або $T_3(x_{n-1})$

…

На кожному кроці, замість того, щоб застосовувати відразу три перетворення, як у випадку детермінованого алгоритму, вибирається лише одне, вибране випадковим чином. Таким чином, на кожному кроці ми отримуємо рівно одну точку. Якщо знову повернутись до трьох розглянутих вище стискуючих афінних перетворень, то виявляється, що з якої б точки площини ми не почали б, після деякого перехідного етапу точки, згенеровані в рандомізованому алгоритмі, заповнюють в точності килим Серпинського.

Вигідною властивістю алгоритмів, які ґрунтуються на теорії систем ітерованих функцій, є те, що їх результат (атрактор) абсолютно не залежить від вибору початкової множини E_0 чи початкової точки x_0. У випадку детермінованого алгоритму це означає, що в ролі E_0 можна взяти довільний компакт на площині: результуюча (гранична) множина все одно співпадатиме з килимом Серпинського.

Одним з найбільш вражаючих IFS-зображень є папороть, в якому кожен листок в реальності є мініатюрним варіантом самої папороті. Не дивлячись на те, що картинка створена комп’ютером методом афінних перетворень, папороть виглядає абсолютно справжньою. Висунуто припущення, що природа при кодуванні генетичної структури рослин користується чимось близьким до методу IFS-фракталів.

IFS-фрактали мають одне цілком реальне і корисне застосування: з їх допомогою можна стискати великі растрові зображення до долів їх нормальних розмірів. Це твердження слідує з теореми Банаха про стискуючі відображення і є результатом роботи дослідника Технологічного інституту шт. Джорджія Майкла Барнслі в області IFS.

В загальному випадку ідея фрактального стиску полягає в зберіганні не всього зображення у вихідному його вигляді, а інформації про його самоподібність, якої виявляється достатньо для відновлення вихідного зображення. Іншими словами, досить зберігати лише параметри афінних перетворень, тобто декілька чисел, які їх описують. Так, наприклад, не варто вносити в пам’ять комп’ютера координати всіх точок IFS-зображення папороті, так як вони кожного разу можуть бути заново отримані з використанням системи чотирьох функцій. Таким чином, всього 28 чисел (шість параметрів кожного афінного перетворення плюс ймовірність, з якою це перетворення вибиратиметься в процесі побудови) містять всю необхідну інформацію про цей малюнок.

Кількість афінних перетворень, що зберігаються, залежить від складності зображення, тобто в даному випадку від ступеня його самоподібності. В деяких кодованих зображеннях може використовуватись 100 і більше афінних перетворень. Чим менш воно самоподібне, тим складнішою виявляється процедура його стиску за допомогою фрактального методу.

Якщо побудову зображень за допомогою фрактальної математики можна назвати прямою задачею, то побудова за зображенням IFS – це обернена задача. Досить довго вона вважалась нерозв’язною. Фрактальна компресія – алгоритм з втратою інформації, що з’явився у 1992 році. Він був розроблений студентом Барнслі, Арнаудом Джеквіном, і отримав назву “Система Ітерованих Кусково-визначених Функцій” (Partitioned Iterated Function System – PIFS). Згідно цієї схеми, окремі частини зображення подібні не до всього зображення, а лише до його частин. Сьогодні всі відомі програми фрактальної компресії базуються на алгоритмі Джеквіна. Даний алгоритм відомий тим, що в деяких випадках дозволяє отримати дуже високі коефіцієнти стиску (найкращі приклади – до 1000 разів при прийнятній візуальній якості) для реальних фотографій природних об’єктів, що недоступно іншим алгоритмам стиску зображень в принципі. Основним недоліком фрактального алгоритму є те, що вимагаються значні обчислювальні ресурси при здійсненні стиску зображень, в той час як розархівація відбувається дуже швидко. Тому нові основні розробки в області фрактальної компресії стосуються проблеми скорочення часу кодування.

Список використаних джерел:

1. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – Москва: Институт компьютерных исследований, 2002, 656 стр.
2. Божокин С.В., Паршин Д.А. Фракталы и мультифракталы. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001, 128 стр.
3. Морозов А.Д. Введение в теорию фракталов. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002, 160 стр.
4. Ватолин Д. С. Алгоритмы сжатия изображений. Методическое пособие. – Издательский отдел факультета Вычислительной Математики и Кибернетики МГУ им. М.В.Ломоносова, 1999 г. — 76 с.

This article provides an overview of fractals and fractal dimension, is considered a method of constructing fractals through IFS and using this method for image compression.

***Key words**: fractal, fractal dimension, IFS.*

УДК 535:378.147.016

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

ОТРИМАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ КАМЕРИ-ОБСКУРИ ТА РОЗВИТОК ФІЗИЧНИХ ЗНАНЬ ШКОЛЯРІВ ПРО ОТОЧУЮЧИЙ СВІТ

У статті описаний спосіб виготовлення камери-обскури та модифікація фотоапарата для отримання зображення без об´єктива. Наведені зображення, отримані за допомогою цих двох пристроїв.

***Ключові слова**: камера – обскура, прямолінійне поширення світла, отвір-лінза.*

Вивчення оптики традиційно починається з розгляду променевої оптики. Навчальний експеримент при вивченні цього розділу фізики різноманітний і доступний для відтворення як під час лекційних занять у ВНЗ, так і на уроках в школі.

Оптичним засобом отримання зображення людська практика вважає лінзу. Але існують інші способи отримання зображень предметів, один х них, а саме отримання зображення за допомогою камери-обскури завжди викликає зацікавліність школярів будь-якого віку а токож студентів.

Коли мова йде про зір, то функцію лінзи виконує кришталик ока. Він збирає промені світла. що виходять з однієї точки предмета у відповідну точку, в якій формується зображення. Для фіксації зображення слугують: у фотоапаратах – плівки, в очах людей – сітківка ока, в сучасних фотоапаратах запис зображення виконується за допомогою цифрових комп'ютерних технологій

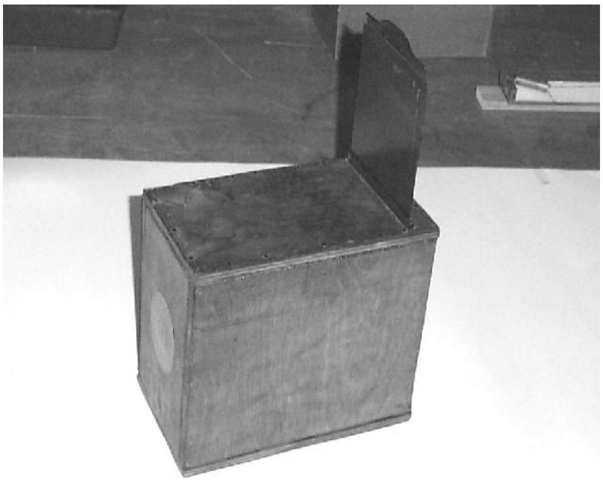
Першим засобом, який використовувався для проектування та копіювання зображень, була камера – обскура („темна кімната"). У своїй первісній формі вона являла собою затемнену кімнату з круглим отвором в одній із стін. Зображення предметів, що знаходилися поза кімнатою, проектувалося через отвір на протилежну стіну. Людина, яка знаходилася в кімнаті, могла спостерігати це зображення і переносити його на папір (мал. 1).

Мал. 1. Одна з перших камер – обскур (Міжнародний музей фотографії Дж. Істмена).

На мал. 1 розміри кімнати вказані літерами АВСД. Всередині кімнати знаходиться прямокутний яшик з прозорими стіами, дві з яких паралельні стінам кімнати з отворами (ящик позначений літерами EF). Всередині ящика знаходиться людина, а в місцях, де створене зображення, закріплані листи паперу. Людина, обводячи зображення олівцем, відтворює обернені, зменшені зображення предметів, що знаходяться поза кімнатою. На малюнку показано два отвори в кімнаті, тому і зображень на стінах ящика два.

Час винайдення камери – обскури невідомий, але вже в XI столітті вона використовувалась для спостереження за сонячними затемненнями. З деяких джерел відомо, що першу камеру – обскуру сконструював англійський філософ і винахідник Роджер Бекон (біля 1217 – 1294 рр.) [1, с. 60].

Метою першого досліду, проведеного в лабораторії фізики Кам´янець-Подільського національного університету було сконструювати власну камеру – обскуру і отримати з її допомогою зображення на скляних фотопластинках. Для цього ми виготовили прямокутний паралелепіпед з фанери. Його розміри 115 х 200 х 160 мм. Щоб запобігти проникненню світла крізь можливі щілини оббили його зсередини чорним оксамитом. На передній стінці, яка має форму прямокутника, у точці перетину діагоналей цього прямокутника, зробили отвір, який має форму кола. Діаметр отвору – 0,4 мм. На відстані 20 мм від задньої стіни паралельно до неї, у верхній грані паралелепіпеда, зроблено отвір, який має форму прямокутника, в цей отвір вставляється касета зі студійного фотоапарату для скляної фотопластини. Світлочутлива скляна фотопластинка мала розмір 9 х 12 см.(мал.2) – фотографія камери –обскури приведена на мал. 2.



Мал. 2 Фотографія власноруч виготовленої камери – обскури.

Пояснимо спосіб отримання зображення, отже в камері-обскурі немає лінзи. У променевій оптиці вважається, що промінь світла в оптично – однорідному середовищі поширюється прямолінійно [2, с. 13]. Кожна точка об’єкта, що фотографується, повинна переходити по прямій у відповідну точку на фотопластинці. Промені, які потрапляють на фотопластинку проходять через отвір, який має форму кола. Діаметр цього кола повинен бути в 150 – 200 разів менший, ніж відстань до фотопластинки – «фокальної площини», на якій знаходиться світлочутливий шар [1, с.60]. У виготовленій нами камері відстань від отвору до фотопластинки дорівнює L, причому L = 180 мм.

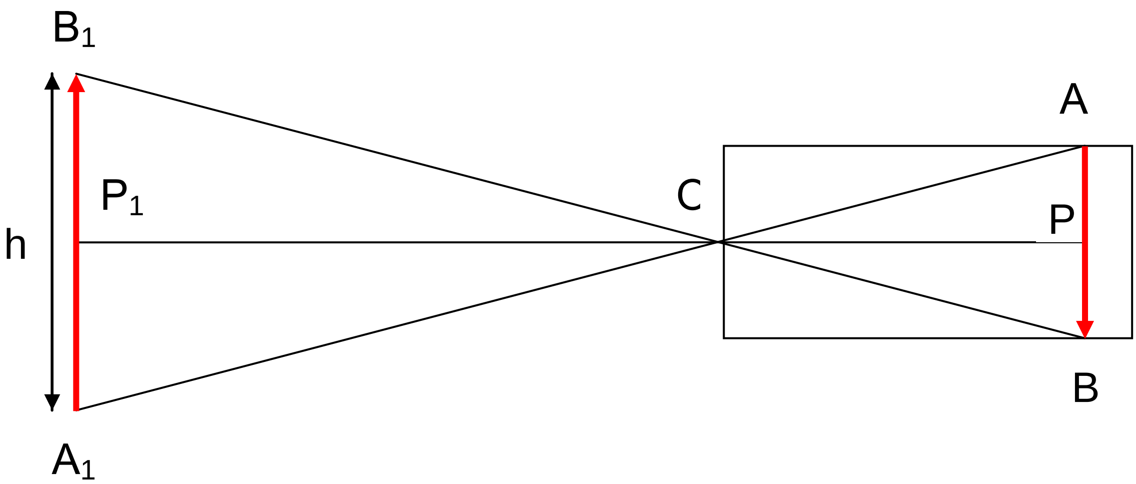
Діаметр отвору, позначимо d і він, згідно до наведених вище припущень повинен знаходитися в межах:: $180/200 \leq d \geq 180/150$, т.б. $0{,}9$ мм $\leq d \geq 1{,}2$мм. Розмір отвору прямо-пропорційний розмірам плями на зображенні, яка відповідає кожній точці предмета. Тому логічно припустити, що при зменшенні діаметра отвору ми отримаємо чіткіше та якісніше зображення об'єктів. Щоб підтвердити наше припущення і уточнити вище наведене ми зробили отвір у формі кола, діаметр якого становить 0,4 мм. Після фотографування деяких об'єктів, проявки та фіксажу фотопластинок у фотолабораторії, ми отримали чітке зображення об'єкта на фотопластинці (мал. 3).

Мал. 3. Будівля фізико-математичного корпусу Кам'янець–Подільського національного університету (взимку, на кущах лежить сніг).

Зображення отримане при меншій величині отвору, ніж попередня його оцінка. Опираючись на власні досліди, ми можемо стверджувати, що добитись чіткого зображення навколишніх об'єктів на фотопластинках можна шляхом зменшення діаметра отвору. Слід зазначити, що діаметр отвору, при різних геометричних співвідношення предметів та зображень теоретично має бути різним.

Для отримання зображень, розмір яких відповідає розмірам фотопластинки (займати всю її площу) необхідно провести наступний розрахунок.

Вибір об'єкта для фотографування, таким чином, визначає положення камери-обскури. У кожному конкретному випадку ширина і висота предмета є сталою величиною. Світлочутлива скляна пластинка має розмір 9 х 12 см. На мал. 4 приведена схема розрахунку відстані до об'єкта.



Мал. 4 Схема розрахунку відстані для фотографування об'єкта.

Нехай висота об'єкта буде ***h***, відстань від камери до об'єкта – ***L***.

Зі схеми видно, що $\Delta\ B_1P_1C \sim \Delta\ APO$ (за двома кутами: $\angle B_1P_1C = \angle APC = \angle 90^0$, $\angle P_1B_1C = \angle CBA$, а $\angle CBA = \angle CAB$).

Оскільки $\Delta\ B_1P_1C \sim \Delta\ APC$, то відповідні сторони трикутників пропорційні:

$$\frac{B_1P_1}{AP} = \frac{P_1C}{CP} \qquad (1).$$

Виразимо P_1C з (1), отримаємо:

$$P_1C = \frac{B_1P_1\ *\ PC}{AP} \qquad (2).$$

Оскільки $P_1C = \boldsymbol{L}$ (мм), $B_1P_1 = 0{,}5\boldsymbol{h}$ (мм), $PC = 18$ (мм), $AP = 6$ (мм), то, підставивши числові значення величин у (2), отримаємо:

$$L = \frac{0{,}5h*18}{6} = 1{,}5h \text{ (мм)} \qquad (3)$$

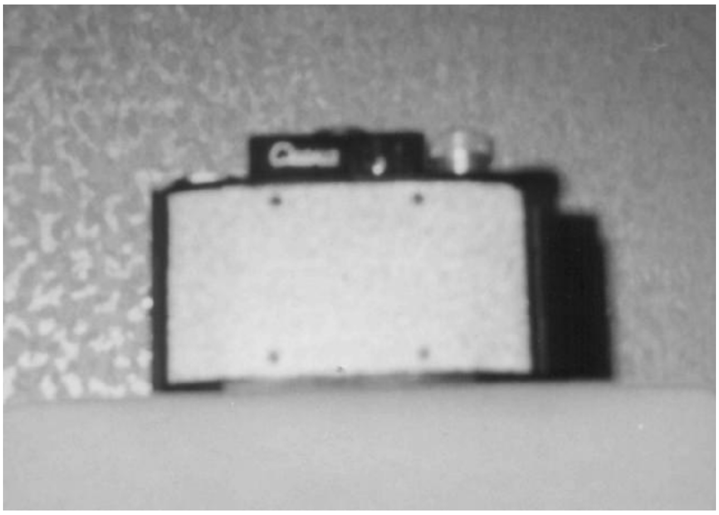
Тобто відстань до об’єкта, що фотографується, повинна бути в 1,5 рази більшою, ніж висота самого об’єкта.

Зображення предмета, показане на мал.3 було отримане наступним чином.

Для отримання зображення ми використовували власну камеру – обскуру. В якості плівки, на якій утворювалось зображення ми використовували скляні фотопластинки з нанесеним шаром фоточутливої емульсії, виготовлені у п´ятидесятих роках минулого століття. Запаси таких пластинок збереглися в лабораторії фізико-математичногот факультету університету. Чутливість таких фотопластинок, за нашими припущеннями відповідає плівці в 30 одтниць за шкалою чутливості, що існувала в 60 роках минулого століття.

У темному приміщенні, щоб не засвітити пластинку, заряджали касету студійного фотоапарату. Касету вставляли в отвір у верхній грані камери – обскури. Вибравши вдалий об’єкт для фотографування, встановлювали камеру і закріплювали у нерухомому положенні, витягали шторку касети. При цьому на пластину через отвір потрапляли промені світла, відбитого від об’єкту. Час фотографування був підібраний експериментально. Він становив 25 – 35 хв. для зйомки у відкритій місцевості у сонячну погоду. На скляній пластинці утворювалося невидиме, зменшене, перевернуте зображення об’єкта (згідно схеми, приведеної на мал.4. Після фотографування шторка касети закривалася і на пластинку вже не потрапляло світло.

Після цього потрібно було проявити фотопластинку. Ми йшли у фотолабораторію, виготовляли проявляючий і фіксуючий розчини за інструкціями, які вказані на упаковках хімікатів. Після того, як розчини були виготовлені, у темноті (ми не змогли встановити тип емульсії та її спектральну чутливість, тому не використовували червоний ліхтар). фотопластинку занурювали спочатку у проявляючий розчин, де зображення проявлялося. Для видалення надлишків хімічних реакцій фотопластинку промивали водою. Після цього її занурювали у фіксуючий розчин для фіксування зображення. Потім знову ретельно промивали у воді. Далі фотопластинку висушували. На фотопластинці отримали, дійсне зменшене, чорно – біле зображення об’єкта, що фотографувався. Зважаючи на великий час зберігання скляних фотопластинок та упаковок з проявником та фіксажем, час проявки та фіксування був дещо більший ніж вказано на упаковці. Отже, ми отримали чітке та якісне зображення об’єктів на фотопластинках, незважаючи на великий час їх зберігання.



Мал. 5 Наш власноруч модифікований фотоапарат

Процес отримання зображень у камері-обскурі дав позитивний результат.

Але, поставивши за мету отримати кольорову фотографію, необхідно було замінити чорно-білу фотопластинку на кольорову фотоплівку. Розташувати таку фотоплівку у виготовлену камеру-обскуру досить важко.

Ми змінили вигляд камери-обскури. Для цього використали фотоапарат, але замість об’єктива перед фотоплівкою розмістили непрозорий екран з отвором, величину якого було визначено для камери-обскури, тобто 0,4 мм. Вигляд такого фотоапарата показаний на мал. 5.

Мал. 6. Фотографія іграшок, отримана без лінзового об’єктива – роль об’ктива відіграя отвір діаметром 0,4 м.

На мал. 5 зображений модифікований фотоапарат „Смєна” радянського виробництва. Модифікація проведена наступним чином.

По-перше з фотоапарата знятий об’єктив.

По-друге передня панель фотоапарата замінена на власноруч виготовлену металеву пластинку товщиною товщина якої – 0,7 мм.

По-третє у центрі перетину діагоналей цього прямокутника зробили отвір у формі кола. Діаметр цього кола – 0,4 мм.

При проведенні з´йомки за допомогою модифікованого фотоапарата була використана плівка Superia Fujifilm з чутливістю 200 одиниць.

Навіть при малому отворі (0,4мм) ми провели з΄йомку у кімнаті, витримка 10 – 20 хвилин. На мал. 6, приведена фотографія іграшок, а на мал. 7 - дерев΄яного орла отримані у млдифікованому нами фотоапараті. При фотографуванні орла порушена схема розрахунку положення фотоапарата, приведена на мал. 4, внаслідок чого верхня частина крил залишилась поза кадром.

Мал. 7. Фотографія дерев΄яного орла отримана без лінзового об'ктива

Отримане зображення однаково різке для всіх деталей і не залежить від відстані до предмету та його кольору. Це означає, що отвір, який використаний в якості об΄єктива не має хроматичної аберації.

Для фотоапаратів з лінзовим об΄єктивом фокусга відстань залежить від довжини хвилі світла, бо показник заломлення скла різний для різних довжин жвилі світла, при проходженні світла через отвір, промені розповсюджуються у однорідному середовищі, тому причин для виникнення зроматичної аберації немає.

Фотографування за допомогою отвору може бути використаним при з΄йомці архітектурних пам΄яток. Слід зазначити, що при великій експозиції, рухомі предмети – люди, що йдуть, автомобілі, які проїзджають перед об΄єктивом на зображенні не будуть зафіксовані. Нагадаємо, що екплзиція в сонячний зимовий день повина тривати 10-15 хвилин, при з΄йомці на плівку 200 одиниць.

Так само за допомогою модифікованого фотоапарата можна виконивати художні знімки, для яких вижливим є однокова різкість для предметів, які знаходяться на різних відстанях від об΄єктива.

Для студентів біологічних спеціальностей, та тих, хто цікавиться будовою очей у живих істот, як варіант, отвір може відігравати роль ока.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С, Ляшенко О.І, Мендерецький В.В.,Кух А.М. Методичні основи організхації і проведення навчального фізичного експеримента. Кам.-Под.,2008 р.-213с.
2. Чибисов К.В. Очерки по истории фотографии / Вступ. ст. В.И. Шеберстова -М.: Искусство, 1987. – 255 с.: ил.
3. Бунимович Д.З. Справочник фотолюбителя. – М.: КОИЗ, 1957. – 360 с.

In the article the method of making of chamber-обскури and modification of camera is described for the receipt of image without обгєктива. Images, got by these two built on, are resulted.

Key words: *chamber – obskura, rectilineal distribution of light, opening-lens.*

УДК 378.016:53(043.3)

С.І.Дмитрук, асистент кафедри методики викладання фізики і дисциплін технологічної освітньої галузі

ФОРМУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ УМІНЬ УЧНІВ

У статті розглянута проблема удосконалення системи експериментальної підготовки в сучасному навчальному закладі. Пропонується цілезоорієнтований підхід до організації експериментальної діяльності в системі фізики.

Ключові слова: *експеримент, експериментальна діяльність, система навчання, експериментальні способи діяльності.*

Під експериментом у природознавстві розуміють науково поставлений дослід, спостереження та аналіз досліджуваного явища у певних точно врахованих умовах, які дозволяють слідкувати за ходом явища та відтворювати його кожний раз при повторенні цих умов. Елементами експериментального методу вважають: спостереження, порівняння, вимірювання та власне сам експеримент. Слово «експеримент» походить від латинського experimentum (випробовування).

Науковці розрізняють дослідницький та критеріальний експеримент. Такий поділ можливий і в навчальному експерименті. Слід зауважити, що при проведенні дослідницьких експериментів учні одержують дані, які мають суб'єктивну новизну. При проведенні критеріального експерименту підтверджуються чи спростовуються висунуті теоретичні положення .

Взагалі кажучи, у методичній науці під навчальним експериментом розуміють відтворення на уроці чи в позаурочний час за допомогою спеціальних приладів фізичного явища в умовах, найбільш сприятливих для його вивчення. Фізичний експеримент одночасно виконує роль джерела знань, методу навчання та одного з видів наочності.

Основні етапи навчання 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 кіно та телебачення, виконання учнями лабораторних робіт складає основу експериментального методу навчання фізики в школі.

У взаємозв'язку даних трьох структурних елементів перший з них є суб'єктивною, а другий та третій - об'єктивною стороною експерименту.

Важлива роль засобів експериментального дослідження полягає у тому, що пераховані вище особливості експерименту можуть бути реалізовані лише завдяки цим засобам навчання.

Використання приладів та експериментального обладнання дозволяє розширити природню обмеженість органів відчуття людини, які відображають оточуючий світ у порівняно вузькому діапазоні явищ чи 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, які їх об'єднують.

Ефективно організований експеримент виступає також 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. Навчальний фізичний експеримент не може існувати та розвиватися сам по собі. Він створюється та поліпшується у відповідності з рівнем розвитку сучасної школи та методики викладання фізики як галузі педагогічної науки.

У наш час одним із завдань сучасної школи є озброєння учнів певною системою умінь експериментального та практичного характеру, тобто виникає необхідність приділяти більше уваги практичним та лабораторним заняттям, на яких відбувається в основному формування експериментальних умінь, озброєння їх експериментальним методом пізнання. Система сучасного навчального експерименту з фізики 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 і спостереження.

Демонстраційний експеримент у процесі навчання може відігравати різноманітні функції. Він може відігравати роль вихідних дослідних даних для вивчення теоретичних питань, може бути матеріальною моделлю відповідної гіпотези, може допомогти експериментально перевірити теоретичні наслідки досліджуваного закону.

Важливе значення має демонстрація дослідів для ілюстрації пояснень учителя. Трапляються випадки, що з демонстрованими явищами учні зустрічались у повсякденному житті (кипіння води, рух тіла по горизонтальній площині), але, як показує практика, такі досліди все ж таки мають високу педагогічну ефективність і їх доцільно проводити, оскільки учитель має можливість керувати спостереженнями учнів та звертати їхню увагу на важливі обставини, які допомагають зрозуміти сутність явища.

Демонстраційний експеримент необхідний для здійснення задач політехнічного навчання в процесі викладання фізики, для ілюстрації зв'язку фізики та техніки. Важливо, що при цьому учні не тільки знайомляться з роботою конкретних технічних приладів, але й закріплюють та поглиблюють знання про явища та процеси, які вивчалися раніше.

Необхідно відзначити, що час, який відводиться для виконання лабораторних робіт, є суттєвим фактором для формування експериментальних умінь учнів. Якщо провести аналіз курсів фізики, по яких велось викладання у різні періоди розвитку нашої школи, то можна відзначити зміну долі часу, який відводиться на виконання учнями фронтальних лабораторних робіт. Питома маса лабораторного експерименту у навчальному процесі на першому ступені навчання фізики має тенденцію до зростання. Виключення складає лише нині діюча програма.

Для проведення фронтальних дослідів учням видають комплекти простих лабораторних чи саморобних приладів. Прилади та обладнання для фронтальних досліджень часто називають роздатковим матеріалом. Кожний дослід, проведений учнями, обов'язково повинен завершуватись формулюванням певного висновку, який здебільшого входить у зміст вивченого матеріалу.

Вони відрізняються від фронтальних лабораторних робіт та дослідів і не заміють їх. Головна мета фронтального експерименту полягає у дослідженні явищ та процесів, в формуванні у школярів експериментальних умінь. У процесі ж розв'язування експериментальних задач ці вміння використовуються та розвиваються. Спостереження та вимірювання завжди виконуються для конкретних проявів фізичних закономірностей, а не для виявлення чи підтвердження останніх, як це має місце в лабораторних роботах та короткочасних дослідах.

Вихідні дані для розв'язування експериментальних задач учні одержують з досліду, який учитель виконує на демонстраційному столі чи виконаного ними самими (останнє більш доцільне). Використання експериментальних задач вимагає наявності у фізичному кабінеті відповідного роздаткового матеріалу.

Оскільки такі задачі можуть мати розрахунковий або якісний характер, то прийоми їх розв'язування залежать від ролі експерименту: якщо він слугує для одержання даних, то на перший план виступає його постановка та проведення вимірювань. Одержавши необхідні дані, далі задачу розв'язують як звичайну обчислювальну. Подібним чином, але в зворотньому напрямку виконують всі операції, якщо в експерименті необхідно перевірити результат обчислень.

Приведена класифікація шкільного фізичного експерименту найбільш загальна та поширена, вона дає можливість розглядати його з точки зору методів навчання, вірно визначити місце кожного з його видів в системі навчальних занять з фізики, раціонально підібрати навчальне обладнання. Необхідно відзначити, що допустимі в окремих випадках і інші спопби класифікації. Так, розрізняють кількісні та якісні досліди, виділяють експериментальні задачі та творчі завдання, так звані фундаментальні досліди та демонстрації технічних установок.

У методиці викладання природничих предметів накопичено великий досвід у проведенні всіх видів експерименту, існує велика кількість навчально-методичних посібників, які адресуються учителям та учням школи. Всі вони в основному спрямовані на удосконалення змісту експериментальних робіт, але сьогодні перед методичною наукою стоїть завдання не стільки створення нових по змісту демонстрацій чи лабораторних робіт, скільки пошуку більш ефективних способів організації та реалізації навчального експерименту.

Методика фізичного експерименту та його техніка нерозривні, але необхідно розрізняти техніку підготовки фізичного експерименту від методики його застосування у навчанні. Сама методика використовує готове обладнання, забезпечує вибір тих чи інших дослідів для ілюстрації явищ, що вивчаються, визначає місце експерименту на уроці, виділяє у демонстрації етапи, щоб досягти кращого ефекту від поєднання експериментального методу навчання з іншими методами навчання.

Список використаних джерел:

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

2. Мендерецький В.В. Навчальний експеримент в системі підготовки вчителя фізики: Монографія. – Кам'янець–Подільський: Кам'янець–Поділ. держ. ун–т, ред.–вид. від., 2006. – 256 с.

In the article the problem of improvement of the system of experimental preparation is considered in modern educational establishment. The going is offered near organization of experimental activity in the system of physics.

Key words: *experiment, experimental activity, system of studies, experimental methods of activity.*

УДК 539.374

І.М.Конет, доктор фізико-математичних наук, професор

ІНТЕГРАЛЬНІ ЗОБРАЖЕННЯ РОЗВ'ЯЗКІВ ПОЧАТКОВО-КРАЙОВИХ ЗАДАЧ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ В НАПІВОБМЕЖЕНИХ БАГАТОШАРОВИХ ПРОСТОРОВИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Методом фундаментальних функцій та функцій Гріна (головних розв'язків) побудовано інтегральні зображення точних аналітичних розв'язків алгоритмічного характеру нестаціонарних задач феноменологічної теорії теплопровідності в напівобмежених багатошарових просторових середовищах. Для побудови головних розв'язків залучено відповідні інтегральні перетворення Фур'є для однорідних середовищ та перетворення Фур'є на декартовій півосі з n *точками спряження.*

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

Нестаціонарні крайові задачі феноменологічної теорії теплопровідності для багатошарових (кусково-однорідних) середовищ у декартовій, сферичній та циліндричній системах координат становлять значний теоретичний та практичний інтерес [1-4]. Питанням побудови методом інтегральних перетворень точних аналітичних розв'язків двовимірних та тривимірних лінійних температурних задач присвячені монографії [5-8]. Зокрема, в [8] розглянуто випадок напівобмежених кусково-однорідних за декартовою координатою циліндрично-кругових середовищ. Необмежені двоскладові та тришарові просторові середовища розглянуто у працях [9-12]. У цій статті ми пропонуємо точні аналітичні розв'язки нестаціонарних задач теплопровідності для напівобмежених кусково-однорідних середовищ у просторовій декартовій системі координат.

Постановка задачі. Задача про структуру нестаціонарного температурного поля в ортотропному напівобмеженому $n+1$ - шаровому просторовому середовищі математично зводиться до побудови обмеженого на множині

$$D_3 = \left\{ (t,x,y,z) \;\middle|\; t>0;\ (x,y)\in\Omega_2=\langle a,b\rangle\times\langle c,d\rangle; \right.$$
$$\left. z\in I_n^+ \equiv \bigcup_{j=1}^{n+1} I_j \equiv \bigcup_{j=1}^{n+1} (l_{j-1};l_j);\ l_0\ge 0;\ l_k<l_{k+1};\ l_{n+1}=\infty \right\}$$

розв'язку сепаратної системи диференціальних рівнянь теплопровідності [13, 14]

$$\frac{\partial T_j}{\partial t}-\left[a_{xj}^2\frac{\partial^2}{\partial x^2}+a_{yj}^2\frac{\partial^2}{\partial y^2}+a_{zj}^2\frac{\partial^2}{\partial z^2}\right]T_j+\chi_j^2T_j=f_j(t,x,y,z);\ j=\overline{1,n+1} \tag{1}$$

з початковими умовами

$$T_j(t,x,y,z)\big|_{t=0}=g_j(x,y,z);\ z\in I_j;\ j=\overline{1,n+1}, \tag{2}$$

крайовими умовами

$$\left(\alpha_{11}^0\frac{\partial}{\partial z}+\beta_{11}^0\right)T_1\bigg|_{z=l_0}=g_0(t,x,y);\quad \frac{\partial^p T_{n+1}}{\partial z^p}\bigg|_{z=+\infty}=0;\ p=0,1, \tag{3}$$

умовами неідеального теплового контакту [15]

$$
\begin{cases}
\left.\left[\left(R_k \dfrac{\partial}{\partial z}+1\right)T_k - T_{k+1}\right]\right|_{z=l_k} = 0, \\
\left.\left(\nu_k \dfrac{\partial T_k}{\partial z} - \nu_{k+1}\dfrac{\partial T_{k+1}}{\partial z}\right)\right|_{z=l_k} = 0; k=\overline{1,n}
\end{cases}
\tag{4}
$$

та відповідними крайовими умовами на межі області Ω_2, де $a_{xj}, a_{yj}, a_{zj} \geq 0$ – коефіцієнти температуропроводності у напрямках координатних осей x, y, z $\left(j=\overline{1,n+1}\right)$; $\chi_j^2 \geq 0$ – коефіцієнти дисипації теплової енергії; $f\left(t,x,y,z\right) = \left(f_1(t,x,y,z), f_2(t,x,y,z),..., f_{n+1}\left(t,x,y,z\right)\right)$ – інтенсивність теплових джерел; $g\left(x,y,z\right) = \left(g_1(x,y,z), g_2(x,y,z),..., g_{n+1}\left(x,y,z\right)\right)$ – температура середовища в початковий момент часу; $\alpha_{11}^0, \beta_{11}^0$ – деякі дійсні сталі; $g_0\left(t,x,y\right)$ – задана обмежена неперервна функція в області $\left(0;+\infty\right)\times\Omega_2$; $R_k \geq 0$ – коефіцієнти термоопору; $\nu_k, \nu_{k+1} \geq 0$ – коефіцієнти теплопровідності; $T\left(t,x,y,z\right) = \left(T_1(t,x,y,z), T_2(t,x,y,z),..., T_{n+1}\left(t,x,y,z\right)\right)$ - шукана температура.

Випадки $\Omega_2 = \left(-\infty;+\infty\right)\times\left(-\infty;+\infty\right)$, $\Omega_2 = \left(-\infty;+\infty\right)\times\left(0;+\infty\right)$, $\Omega_2 = \left(0;+\infty\right)\times\left(0;+\infty\right)$, $\Omega_2 = \left(0;+\infty\right)\times\left(0;b\right)$ розглянуто у працях [16,17].

1. Інтегральне зображення розв'язку задачі теплопровідності в кусково-однорідному середовищі $\left(-\infty;+\infty\right)\times\left(0;b\right)\times\left(z\in I_n^+\right)$

Розглянемо область $\Omega_2 = \left(-\infty;+\infty\right)\times\left(0;b\right)$. У цьому випадку на межі області Ω_2 виконуються крайові умови

$$
\left.\frac{\partial^k T_j}{\partial x^k}\right|_{|x|=\infty} = 0; k=0,1; j=\overline{1,n+1} \tag{5}
$$

щодо змінної x та крайові умови

$$
\left.\left(-\frac{\partial}{\partial y}+h_1\right)T_j\right|_{y=0} = P_{1j}(t,x,z); \left.\left(\frac{\partial}{\partial y}+h_2\right)T_j\right|_{y=b} = P_{2j}(t,x,z); j=\overline{1,n+1} \tag{6}
$$

щодо змінної y, де $h_1 \geq 0$- коефіцієнт теплообміну через поверхню $y=0$; $P_{1j}(t,x,z) = h_1 T_j^{c1}\left(t,x,z\right), T_j^{c1}\left(t,x,z\right)$ - температура середовища на поверхні $y=0$; $h_2 \geq 0$- коефіцієнт теплообміну через поверхню $y=b$; $P_{2j}(t,x,z) = h_2 T_j^{c2}\left(t,x,z\right), T_j^{c2}\left(t,x,z\right)$ - температура середовища на поверхні $y=b$.

Вважаємо, що для задачі (1)-(6) виконуються умови узгодженості:

$$
\left.\left(\alpha_{11}^0 \frac{\partial}{\partial z}+\beta_{11}^0\right)g_1\right|_{z=l_0} = g_0(0,x,y); \left.\frac{\partial^p g_{n+1}}{\partial z^p}\right|_{z=+\infty} = 0, p=0,1;
$$

$$
\begin{cases}
\left.\left[\left(R_k \dfrac{\partial}{\partial z}+1\right)g_k - g_{k+1}\right]\right|_{z=l_k} = 0, \\
\left.\left(\nu_k \dfrac{\partial g_k}{\partial z} - \nu_{k+1}\dfrac{\partial g_{k+1}}{\partial z}\right)\right|_{z=l_k} = 0; k=\overline{1,n};
\end{cases}
\quad \left.\frac{\partial^k g_j}{\partial x}\right|_{|x|=\infty} = 0; k=0,1;
$$

$$
\left.\left(-\frac{\partial}{\partial y}+h_1\right)g_j\right|_{y=0} = P_{1j}(0,x,z); \left.\left(\frac{\partial}{\partial y}+h_2\right)g_j\right|_{y=b} = P_{2j}(0,x,z); j=\overline{1,n+1}
$$

Припустимо, що розв'язок задачі (1)-(6) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень [18,19,5].

До задачі (1)-(6) застосуємо інтегральне перетворення Фур'є на декартовій осі щодо змінної x [18]:

$$F_x\left[g(x)\right]=\int_{-\infty}^{+\infty}g(x)e^{-i\sigma x}dx\equiv\tilde{g}(\sigma),\tag{7}$$

$$F_x^{-1}\left[\tilde{g}(\sigma)\right]=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\tilde{g}(\sigma)e^{i\sigma x}d\sigma\equiv g(x),\tag{8}$$

$$F_x\left[\frac{d^2g}{dx^2}\right]=-\sigma^2F_x\left[g(x)\right]\equiv-\sigma^2\tilde{g}(\sigma).\tag{9}$$

Інтегральний оператор F_x за правилом (7) внаслідок тотожності (9) початково-крайовій задачі (1)-(6) ставить у відповідність задачу побудови обмеженого на множині $D_3'=\{(t,y,z)\,|\,t>0;y\in(0;b);z\in I_n^+\}$ розв'язку сепаратної системи диференціальних рівнянь

$$\frac{\partial\tilde{T}_j}{\partial t}-\left[a_{yj}^2\frac{\partial^2}{\partial y^2}+a_{zj}^2\frac{\partial^2}{\partial z^2}\right]\tilde{T}_j+\left(a_{xj}^2\sigma^2+\chi_j^2\right)\tilde{T}_j=\tilde{f}_j(t,\sigma,y,z);\ j=\overline{1,n+1}\tag{10}$$

з початковими умовами

$$\tilde{T}_j(t,\sigma,y,z)\Big|_{t=0}=\tilde{g}_j(\sigma,y,z);z\in I_j;\ j=\overline{1,n+1},\tag{11}$$

крайовими умовами

$$\left(\alpha_{11}^0\frac{\partial}{\partial z}+\beta_{11}^0\right)\tilde{T}_1\Big|_{z=l_0}=\tilde{g}_0(t,\sigma,y);\ \frac{\partial^p\tilde{T}_{n+1}}{\partial z^p}\Big|_{z=+\infty}=0;p=0,1,\tag{12}$$

$$\left(-\frac{\partial}{\partial y}+h_1\right)\tilde{T}_j\Big|_{y=0}=\tilde{P}_{1j}(t,\sigma,z);\left(\frac{\partial}{\partial y}+h_2\right)\tilde{T}_j\Big|_{y=b}=\tilde{P}_{2j}(t,\sigma,z);\ j=\overline{1,n+1}\tag{13}$$

та умовами спряження

$$\begin{cases}\left[\left(R_k\frac{\partial}{\partial z}+1\right)\tilde{T}_k-\tilde{T}_{k+1}\right]\Big|_{z=l_k}=0,\\ \left(\nu_k\frac{\partial\tilde{T}_k}{\partial z}-\nu_{k+1}\frac{\partial\tilde{T}_{k+1}}{\partial z}\right)\Big|_{z=l_k}=0;k=\overline{1,n}.\end{cases}\tag{14}$$

До задачі (10)-(14) застосуємо інтегральне перетворення Фур'є на декартовому сегменті $[0;b]$ щодо змінної y [19]:

$$\Lambda_{yk}\left[g(y)\right]=\int_0^b g(y)\nu_k(y)dy\equiv g_k,\tag{15}$$

$$\Lambda_{yk}^{-1}\left[g_k\right]=\sum_{k=1}^{\infty}g_k\frac{\nu_k(y)}{\left\|\nu_k\right\|^2}\equiv g(y),\tag{16}$$

$$\Lambda_{yk}\left[\frac{d^2g}{dy^2}\right]=-\gamma_k^2g_k+\nu_k(0)\left(-\frac{dg}{dy}+h_1g\right)\Big|_{y=0}+\nu_k(b)\left(\frac{dg}{dy}+h_2g\right)\Big|_{y=b},\tag{17}$$

де ядро перетворення $\nu_k(y)=\dfrac{\gamma_k\cos(\gamma_ky)+h_1\sin(\gamma_ky)}{\sqrt{\gamma_k^2+h_1^2}}$,

$\|v_k\|^2 = \int_0^b v_k^2(y)\,dy = \dfrac{b}{2} + \dfrac{h_1+h_2}{2}\dfrac{\gamma_k^2+h_1h_2}{(\gamma_k^2+h_1^2)(\gamma_k^2+h_2^2)}$ - квадрат норми спектральної функції, $\{\gamma_k\}_{k=1}^{\infty}$ - монотонно зростаюча послідовність дійсних різних додатних коренів трансцендентного рівняння

$$ctg\,(\gamma b) = \frac{\gamma^2 - h_1h_2}{\gamma(h_1+h_2)},$$

які утворюють дискретний спектр.

Інтегральний оператор Λ_{yk} за правилом (15) внаслідок тотожності (17) початково-крайовій задачі (10)-(14) ставить у відповідність задачу побудови обмеженого на множині $D_3'' = \{(t,z) \,|\, t>0; z\in I_n^+\}$ розв'язку сепаратної системи диференціальних рівнянь

$$\frac{\partial \tilde{T}_{jk}}{\partial t} - a_{zj}^2\frac{\partial^2\tilde{T}_{jk}}{\partial z^2} + \left(a_{xj}^2\sigma^2 + a_{yj}^2\gamma_k^2 + \chi_j^2\right)\tilde{T}_{jk} = \tilde{G}_{jk}(t,\sigma,z); z\in I_j;\ j=\overline{1,n+1} \qquad (18)$$

з початковими умовами

$$\tilde{T}_{jk}(t,\sigma,z)\Big|_{t=0} = \tilde{g}_{jk}(\sigma,z); z\in I_j;\ j=\overline{1,n+1}, \qquad (19)$$

крайовими умовами

$$\left(\alpha_{11}^0\frac{\partial}{\partial z} + \beta_{11}^0\right)\tilde{T}_{1k}\Bigg|_{z=l_0} = \tilde{g}_{0k}(t,\sigma);\quad \frac{\partial^p\tilde{T}_{n+1,k}}{\partial z^p}\Bigg|_{z=+\infty} = 0;\ p=0,1 \qquad (20)$$

та умовами спряження

$$\begin{cases} \left[\left(R_p\dfrac{\partial}{\partial z}+1\right)\tilde{T}_{pk} - \tilde{T}_{p+1,k}\right]\Bigg|_{z=l_k} = 0, \\ \left(\nu_p\dfrac{\partial\tilde{T}_{pk}}{\partial z} - \nu_{p+1}\dfrac{\partial\tilde{T}_{p+1,k}}{\partial z}\right)\Bigg|_{z=l_k} = 0;\ p=\overline{1,n}, \end{cases} \qquad (21)$$

де $\tilde{G}_{jk}(t,\sigma,z) = \tilde{f}_{ik}(t,\sigma,z) + a_{yj}^2\nu_k(0)\tilde{P}_{1j}(t,\sigma,z) + a_{yj}^2\nu_k(b)\tilde{P}_{2j}(t,\sigma,z);\ j=\overline{1,n+1}$.

Початково-крайова задача на спряження (18)-(21) розглянута в [16]. Побудований методом інтегрального перетворення Фур'є на декартовій півосі $z\ge l_0\ge 0$ з n точками спряження [5] єдиний обмежений розв'язок задачі (18)-(21) визначають функції

$$\tilde{T}_{jk}(t,\sigma,z) = \int_0^t \frac{2}{\pi}\int_0^{+\infty}\exp\left[-\left(\beta^2 + a_{x1}^2\sigma^2 + a_{y1}^2\gamma_k^2 + \chi_1^2\right)(t-\tau)\right]\times$$

$$\times\left[\tilde{\tilde{G}}_k(t,\sigma,\beta) - \sigma_1 a_1^2\left(\alpha_{11}^0\right)^{-1}V_I(l_0,\beta)\tilde{g}_{0k}(\tau,\sigma) + \delta_+(\tau)\tilde{\tilde{g}}_k(\sigma,\beta)\right]\times V_j(z,\beta)\,\Omega_n(\beta)\,d\beta d\tau. \quad (22)$$

Застосувавши послідовно до функцій $\tilde{T}_{jk}(t,\sigma,\beta)$, визначених формулами (22), обернені оператори Λ_{yk}^{-1} та F_x^{-1}, одержуємо функції

$$T_j(t,x,y,z) = \sum_{k=1}^{n+1}\int_0^t\int_{-\infty}^{+\infty}\int_0^b\int_{l_{k-1}}^{l_k} E_{jk}(t-\tau,x,\xi,y,\eta,z,\zeta)\times$$

$$\times\left[f_k(\tau,\xi,\eta,\zeta) + \delta_+(\tau)g_k(\xi,\eta,\zeta)\right]\sigma_k d\xi d\eta d\zeta d\tau +$$

$$+\int_0^t\int_{-\infty}^{+\infty}\int_0^b W_j(t-\tau,x,\xi,y,\eta,z)\,g_0(\tau,\xi,\eta)\,d\xi d\eta d\tau + \qquad (23)$$

$$+a_{yj}^2\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^t\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{l_{k-1}}^{l_k}\left[W_{yjk}^1(t-\tau,x,\xi,y,z,\zeta)\,P_{1k}(\tau,\xi,\zeta) + \right.$$

$$+W_{yjk}^{2}(t-\tau,x,\xi,y,z,\zeta)P_{2k}(\tau,\xi,\zeta)\Big]\sigma_k d\xi d\zeta d\tau;\ j=\overline{1,n+1},$$

які описують структуру нестаціонарного температурного поля в розглянутому середовищі.

У формулах (23) беруть участь компоненти:
фундаментальної матриці розв'язків

$$E_{jk}(t,x,\xi,y,\eta,z,\zeta)=\frac{2}{\pi^2}\sum_{r=1}^{\infty}\int_0^{+\infty}\int_0^{+\infty}\exp\left[-(\beta^2+a_{x1}^2\sigma^2+a_{y1}^2\gamma_r^2+\chi_1^2)t\right]\times$$

$$\times V_j(z,\beta)V_k(\zeta,\beta)\Omega_n(\beta)\cos(|x-\xi|\sigma)\frac{v_r(y)v_r(\eta)}{\|v_r\|^2}d\sigma d\beta,$$

аплікатної матриці Гріна

$$W_j(t,x,\xi,y,\eta,z)=-\sigma_1 a_1^2(\alpha_{11}^0)^{-1}E_{j1}(t,x,\xi,y,\eta,z,l_0),$$

лівої ординатної матриці Гріна

$$W_{yjk}^1(t,x,\xi,y,z,\zeta)=E_{jk}(t,x,\xi,y,0,z,\zeta)$$

та правої ординатної матриці Гріна

$$W_{yjk}^2(t,x,\xi,y,z,\zeta)=E_{jk}(t,x,\xi,y,b,z,\zeta)$$

параболічної початково-крайової задачі (1)-(6).

З використанням властивостей фундаментальних функцій $E_{jk}(t,x,\xi,y,\eta,z,\zeta)$ і функцій Гріна $W_j(t,x,\xi,y,\eta,z)$, $W_{yjk}^1(t,x,\xi,y,z,\zeta)$, $W_{yjk}^2(t,x,\xi,y,z,\zeta)$ безпосередньо перевіряється, що функції $T_j(t,x,y,z)$, визначені формулами (23), задовольняють рівняння (1), початкові умови (2), крайові умови (3), (5), (6) та умови спряження (4) в сенсі теорії узагальнених функцій [18].

Зауваження 1. У випадку $a_{xj}^2=a_{yj}^2=a_{zj}^2\equiv a_j^2\geq 0$ формули (23) визначають структуру нестаціонарного температурного поля в ізотропному напівобмеженому $(n+1)$-шаровому просторовому середовищі.

Зауваження 2. Якщо деякі з коефіцієнтів термоопору R_k дорівнюють нулю, то безпосередньо з формул (23) одержуємо структуру нестаціонарного температурного поля у випадку здійснення на відповідних площинах $z=l_k$ ідеального теплового контакту.

Зауваження 3. При $R_k=0\ (k=\overline{1,n})$ безпосередньо з формул (23) одержуємо структуру нестаціонарного температурного поля у випадках здійснення на всіх площинах $z=l_k$ ідеального теплового контакту.

Зауваження 4. Параметри $\alpha_{11}^0,\beta_{11}^0$ дають можливість виділяти із формул (23) розв'язки початково-крайових задач у випадках задання на поверхні $z=l_0$ крайової умови 1-го роду ($\alpha_{11}^0=0,\ \beta_{11}^0=1$, $g_0(t,x,y)=\alpha_{11}^0T_0(t,x,y)$), 2-го роду ($\alpha_{11}^0=-1,\ \beta_{11}^0=0$) та 3-го роду ($\alpha_{11}^0=-1,\ \beta_{11}^0\equiv h>0$).

Зауваження 5. Аналіз розв'язку (23) в залежності від аналітичного виразу функцій $f_j(t,x,y,z)$, $g_j(x,y,z)$, $P_{1j}(t,x,z)$, $P_{2j}(t,x,z)$ $(j=\overline{1,n+1})$ та $g_0(t,x,y)$ проводяться безпосередньо.

2. Інтегральне зображення розв'язку задачі теплопровідності в кусково-однорідному середовищі $(0;a)\times(0;b)\times(z\in I_n^+)$

Розглянемо область $\Omega_2=(0;a)\times(0;b)$. У цьому випадку на межі області Ω_2 виконуються крайові умови

$$\left(-\frac{\partial}{\partial x}+p_1\right)T_j\bigg|_{x=0}=g_j^1(t,y,z);\left(\frac{\partial}{\partial x}+p_2\right)T_j\bigg|_{x=a}=g_j^2(t,y,z);\ j=\overline{1,n+1} \qquad (24)$$

щодо змінної x та крайові умови (6) щодо змінної y, де $p_1\ge 0$- коефіцієнт теплообміну через поверхню $x=0$; $g_j^1(t,y,z)=p_1T_j^{c1}\ t,y,z\ ,T_j^{c1}\ t,y,z$ - температура середовища на поверхні $x=0$; $p_2\ge 0$- коефіцієнт теплообміну через поверхню $x=a$; $g_j^2(t,y,z)=p_2T_j^{c2}\ t,y,z\ ,T_j^{c2}\ t,y,z$ - температура середовища на поверхні $x=a$.

Вважаємо, що для задачі (1)-(4), (24), (6) виконуються умови узгодженості:

$$\left(\alpha_{11}^0\frac{\partial}{\partial z}+\beta_{11}^0\right)g_1\bigg|_{z=l_0}=g_0(0,x,y);\ \frac{\partial^p g_{n+1}}{\partial z^p}\bigg|_{z=+\infty}=0,\ p=0,1;$$

$$\begin{cases}\left[\left(R_k\frac{\partial}{\partial z}+1\right)g_k-g_{k+1}\right]\bigg|_{z=l_k}=0,\\ \left(\nu_k\frac{\partial g_k}{\partial z}-\nu_{k+1}\frac{\partial g_{k+1}}{\partial z}\right)\bigg|_{z=l_k}=0;\ k=\overline{1,n};\end{cases}$$

$$\left(-\frac{\partial}{\partial x}+p_1\right)g_j\bigg|_{x=0}=g_j^1(0,y,z);\left(\frac{\partial}{\partial x}+p_2\right)g_j\bigg|_{x=a}=g_j^2(0,y,z);$$

$$\left(-\frac{\partial}{\partial y}+h_1\right)g_j\bigg|_{y=0}=P_{1j}(0,x,z);\left(\frac{\partial}{\partial y}+h_2\right)g_j\bigg|_{y=b}=P_{2j}(0,x,z).$$

Припустимо, що розв’язок задачі (1)-(4), (24), (6) існує і задані й шукані функції задовольняють умови застосовності залучених нижче інтегральних перетворень [19,5].

До задачі (1)-(4), (24), (6) застосуємо інтегральне перетворення Фур’є на декартовому сегменті $0;a$ щодо змінної x [19]:

$$Z_{xm}\left[g\ \ x\ \right]=\int_0^a g\ \ x\ w_m\ \ x\ dx\equiv g_m, \qquad (25)$$

$$Z_{xm}^{-1}\ g_m\ =\sum_{m=1}^{\infty}g_m\frac{w_m(x)}{\|w_m\|^2}\equiv g\ \ x\ , \qquad (26)$$

$$Z_{xm}\left[\frac{d^2g}{dx^2}\right]=-\delta_m^2 g_m+w_m\ \ 0\ \left(-\frac{dg}{dx}+p_1g\right)\bigg|_{x=0}+w_m\ \ a\ \left(\frac{dg}{dx}+p_2g\right)\bigg|_{x=a}, \qquad (27)$$

де ядро перетворення

$$w_m\ \ x\ =\frac{\delta_m\cos(\delta_m x)+p_1\sin(\delta_m x)}{\sqrt{\delta_m^2+p_1^2}},$$

$\|w_m\|^2=\int_0^a w_m^2\ \ x\ dx=\dfrac{a}{2}+\dfrac{p_1+p_2\ \ \delta_m^2+p_1p_2}{2\ \delta_m^2+p_1^2\ \ \delta_m^2+p_2^2}$ - квадрат норми спектральної функції, $\delta_m\ {}_{m=1}^{\infty}$-монотонно зростаюча послідовність дійсних різних додатних коренів рівняння

$$ctg\ \ \delta a\ =\frac{\delta^2-p_1p_2}{\delta\ \ p_1+p_2},$$

які утворюють дискретний спектр.

Інтегральний оператор Z_{xm} за правилом (25) внаслідок тотожності (27) початково-крайовій задачі (1)-(4), (24), (6) ставить у відповідність задачу побудови обмеженого на множині $D'_3 = \ t, y, z \ \big| t > 0; y \in (0;b); z \in I_n^+$ розв'язку сепаратної системи диференціальних рівнянь

$$\frac{\partial T_{jm}}{\partial t} - \left[a_{yj}^2 \frac{\partial^2}{\partial y^2} + a_{zj}^2 \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right] T_{jm} + \left(a_{xj}^2 \delta_m^2 + \chi_j^2 \right) T_{jm} = F_{jm}(t, y, z);\ j = \overline{1, n+1} \tag{28}$$

з початковими умовами

$$T_{jm}(t, y, z)\big|_{t=0} = g_{jm}(y, z);\ z \in I_j;\ j = \overline{1, n+1}, \tag{29}$$

крайовими умовами

$$\left(\alpha_{11}^0 \frac{\partial}{\partial z} + \beta_{11}^0 \right) T_{1m} \Big|_{z=l_0} = g_{0m} \ \ t, y \ \ ;\ \ \frac{\partial^p T_{n+1,m}}{\partial z^p} \Big|_{z=+\infty} = 0;\ p = 0,1, \tag{30}$$

$$\left(-\frac{\partial}{\partial y} + h_1 \right) T_{jm} \Big|_{y=0} = P_{1jm}(t, z); \left(\frac{\partial}{\partial y} + h_2 \right) T_{jm} \Big|_{y=b} = P_{2jm}(t, z);\ j = \overline{1, n+1} \tag{31}$$

та умовами спряження

$$\begin{cases} \left[\left(R_p \dfrac{\partial}{\partial z} + 1 \right) T_{pm} - T_{p+1,m} \right] \Big|_{z=l_p} = 0, \\ \left(\nu_p \dfrac{\partial T_{pm}}{\partial z} - \nu_{p+1} \dfrac{\partial T_{p+1,m}}{\partial z} \right) \Big|_{z=l_p} = 0;\ p = \overline{1, n}, \end{cases} \tag{32}$$

де $F_{jm} \ \ t, y, z \ \ = f_{jm} \ \ t, y, z \ \ + a_{xj}^2 w_m \ \ 0 \ \ g_j^1 \ \ t, y, z \ \ + a_{xj}^2 w_m \ \ a \ \ g_j^2 \ \ t, y, z \ \ ,\ j = \overline{1, n+1}$.

До задачі (28)-(32) застосуємо інтегральне перетворення Фур'є на декартовому сегменті $0;b$ щодо змінної y. Інтегральний оператор Λ_{yk} за правилом (15) внаслідок тотожності (17) початково-крайовій задачі (28)-(32) ставить у відповідність задачу побудови обмеженого на множині $D''_3 = \ t, z \ \big| t > 0; z \in I_n^+$ розв'язку сепаратної системи диференціальних рівнянь

$$\frac{\partial T_{jmk}}{\partial t} - a_{zj}^2 \frac{\partial^2 T_{jmk}}{\partial z^2} + \left(a_{xj}^2 \delta_m^2 + a_{yj}^2 \gamma_k^2 + \chi_j^2 \right) T_{jmk} = F_{jmk}(t, z);\ j = \overline{1, n+1} \tag{33}$$

з початковими умовами

$$T_{jmk}(t, z)\big|_{t=0} = g_{jmk}(z);\ z \in I_j;\ j = \overline{1, n+1}, \tag{34}$$

крайовими умовами

$$\left(\alpha_{11}^0 \frac{\partial}{\partial z} + \beta_{11}^0 \right) T_{1mk} \Big|_{z=l_0} = g_{0mk} \ \ t \ \ ;\ \ \frac{\partial^p T_{n+1,mk}}{\partial z^p} \Big|_{z=+\infty} = 0;\ p = 0,1 \tag{35}$$

та умовами спряження

$$\begin{cases} \left[\left(R_p \dfrac{\partial}{\partial z} + 1 \right) T_{pmk} - \tilde{T}_{p+1,mk} \right] \Big|_{z=l_k} = 0, \\ \left(\nu_p \dfrac{\partial T_{pmk}}{\partial z} - \nu_{p+1} \dfrac{\partial T_{p+1,mk}}{\partial z} \right) \Big|_{z=l_k} = 0;\ p = \overline{1, n} \end{cases} \tag{36}$$

де

$F_{jmk} \ \ t, z \ \ = f_{jmk} \ \ t, z \ \ + a_{xj}^2 w_m \ \ 0 \ \ g_{jk}^1 \ \ t, z \ \ + a_{xj}^2 w_m \ \ a \ \ g_{jk}^2 \ \ t, z \ \ + a_{yj}^2 v_k \ \ 0 \ \ P_{1jm} \ \ t, z \ \ + a_{yj}^2 v_k \ \ b \ \ P_{2jm} \ \ t, z \ \ ;$ $j = \overline{1, n+1}$.

З точністю до позначень початково-крайова задача на спряження (33)-(36) збігається із задачею (18)-(21). Отже, відповідно до формул (22), єдиний розв'язок задачі (33)-(36) визначають функції

$$T_{jmk}(t,z)=\int_0^t \frac{2}{\pi}\int_0^{+\infty}\exp\left[-\left(\beta^2+a_{x1}^2\delta_m^2+a_{y1}^2\gamma_k^2+\chi_1^2\right)(t-\tau)\right]\times$$

$$\times\left[\tilde{F}_{mk}(t,\beta)-\sigma_1 a_1^2\left(\alpha_{11}^0\right)^{-1}V_I(l_0,\beta)g_{0mk}(\tau)+\delta_+(\tau)\tilde{g}_{mk}(\beta)\right]\times V_j(z,\beta)\,\Omega_n(\beta)\,d\beta d\tau\,. \qquad (37)$$

Застосувавши послідовно до функцій $T_{jmk}(t,z)$, визначених формулами (37), обернені оператори Λ_{yk}^{-1} та Z_{xm}^{-1}, одержуємо функції

$$\begin{aligned}
T_j(t,x,y,z) &= \sum_{k=1}^{n+1}\int_0^t\int_0^a\int_0^b\int_{l_{k-1}}^{l_k} E_{jk}(t-\tau,x,\xi,y,\eta,z,\zeta)\times\\
&\times\left[f_k(\tau,\xi,\eta,\zeta)+\delta_+(\tau)g_k(\xi,\eta,\zeta)\right]\sigma_k d\xi d\eta d\zeta d\tau+\\
&+\int_0^t\int_0^a\int_0^b W_j(t-\tau,x,\xi,y,\eta,z)\,g_0(\tau,\xi,\eta)\,d\xi d\eta d\tau+\\
&+a_{xj}^2\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^t\int_0^b\int_{l_{k-1}}^{l_k}\left[W_{xjk}^1(t-\tau,x,y,\eta,z,\zeta)\,g_k^1(\tau,\eta,\zeta)+\right.\\
&\left.+W_{xjk}^2(t-\tau,x,y,\eta,z,\zeta)\,g_k^2(\tau,\eta,\xi)\right]\sigma_k d\eta d\zeta d\tau+\\
&+a_{yj}^2\sum_{k=1}^{n+1}\int_0^t\int_0^a\int_{l_{k-1}}^{l_k}\left[W_{yjk}^1(t-\tau,x,\xi,y,z,\zeta)\,P_{1k}(\tau,\xi,\zeta)+\right.\\
&\left.+W_{yjk}^2(t-\tau,x,\xi,y,z,\zeta)\,P_{2k}(\tau,\xi,\zeta)\right]\sigma_k d\xi d\zeta d\tau;\ j=\overline{1,n+1},
\end{aligned} \qquad (38)$$

які описують структуру нестаціонарного температурного поля в розглянутому середовищі.

У формулах (38) беруть участь компоненти:
фундаментальної матриці розв’язків

$$E_{jk}(t,x,\xi,y,\eta,z,\zeta)=\frac{2}{\pi}\sum_{r=1}^{\infty}\sum_{m=1}^{\infty}\int_0^{+\infty}\exp\left[-\left(\beta^2+a_{x1}^2\delta_m^2+a_{y1}^2\gamma_r^2+\chi_1^2\right)t\right]\times$$

$$\times V_j(z,\beta)\,V_k(\zeta,\beta)\,\Omega_n(\beta)\,\frac{w_m(x)w_m(\xi)}{\|w_m\|^2}\frac{\nu_r(y)\nu_r(\eta)}{\|\nu_r\|^2}d\beta;\ j,k=\overline{1,n+1},$$

аплікатної матриці Гріна

$$W_j(t,x,\xi,y,\eta,z)=-\sigma_1 a_1^2\left(\alpha_{11}^0\right)^{-1}E_{j1}(t,x,\xi,y,\eta,z,l_0),$$

лівої абсцисної матриці Гріна

$$W_{xjk}^1(t,x,y,\eta,z,\zeta)=E_{jk}(t,x,0,y,\eta,z,\zeta),$$

правої абсцисної матриці Гріна

$$W_{xjk}^2(t,x,y,\eta,z,\zeta)=E_{jk}(t,x,a,y,\eta,z,\zeta),$$

лівої ординатної матриці Гріна

$$W_{yjk}^1(t,x,\xi,y,z,\zeta)=E_{jk}(t,x,\xi,y,0,z,\zeta)$$

та правої ординатної матриці Гріна

$$W_{yjk}^2(t,x,\xi,y,z,\zeta)=E_{jk}(t,x,\xi,y,b,z,\zeta)$$

параболічної початково-крайової задачі (1)-(4), (24), (6).

З використанням властивостей фундаментальних функцій $E_{jk}(t,x,\xi,y,\eta,z,\zeta)$ і функцій Гріна $W_j(t,x,\xi,y,\eta,z)$, $W_{xjk}^1(t,x,y,\eta,z,\zeta)$, $W_{xjk}^2(t,x,y,\eta,z,\zeta)$, $W_{yjk}^1(t,x,\xi,y,z,\zeta)$, $W_{yjk}^2(t,x,\xi,y,z,\zeta)$ безпосередньо перевіряється, що функції $T_j(t,x,y,z)$, визначені формулами (38), задовольняють рівняння (1), початкові умови (2), крайові умови

(3), (24), (6) та умови спряження (4) в сенсі теорії узагальнених функцій [20].

Зазначимо, що: 1) зауваження 1-4 поширюються на випадок розглянутої температурної задачі; 2) параметри $p_j, h_j \;\; j=1,2$ дають можливість виділяти із формул (38) розв’язки початково-крайових задач у випадках задання на поверхнях $x=0\,, x=a\,,\; y=0\,,\; y=b$ крайових умов 1-го й 2-го роду та їх можливих комбінацій; 3) аналіз розв’язку (38) в залежності від аналітичного вигляду функцій $f_j \;\; t,x,y,z$, $g_j \;\; x,y,z$, $g_j^1 \;\; t,y,z$, $g_j^2 \;\; t,y,z$, $P_{1j} \;\; t,x,z$, $P_{2j} \;\; t,x,z \;\; j=\overline{1,n+1}$ та $g_0 \;\; t,x,y$ проводиться безпосередньо.

Список використаних джерел:

1. Подстригач Я.С. Термоупругость тел неоднородной структуры / Я.С. Подстригач, В.А. Ломакин, Ю.М. Коляно. – М.: Наука, 1984. – 368 с.
2. Сергиенко И.В. Математическое моделирование и исследование процессов в неоднородных средах / И.В. Сергиенко, В.В. Скопецкий, В.С. Дейнека. – К.: Наук. думка, 1991. – 432 с.
3. Коляно Ю.М. Методы теплопроводности и термоупругости неоднородного тела / Ю.М. Коляно. – К.: Наук. думка, 1992. – 280 с.
4. Дейнека В.С. Модели и методы решения задач с условиями сопряжения / В.С. Дейнека, И.В. Сергиенко, В.В. Скопецкий. – К.: Наук. думка, 1998. – 614 с.
5. Ленюк М.П. Температурні поля в плоских кусково-однорідних ортотропних областях / М.П. Ленюк. – К.: Ін-т математики НАН України, 1997. – 188 с.
6. Конет І.М. Стаціонарні та нестаціонарні температурні поля в ортотропних сферичних областях / І.М. Конет. – К.: Ін-т математики НАН України, 1998. – 209 с.
7. Конет І.М. Стаціонарні та нестаціонарні температурні поля в циліндрично-кругових областях / І.М. Конет, М.П. Ленюк. – Чернівці: Прут, 2001. – 312 с.
8. Конет І.М. Температурні поля в кусково-однорідних циліндричних областях / І.М. Конет, М.П. Ленюк. –Чернівці: Прут, 2004. -276 с.
9. Громик А.П. Нестаціонарні задачі теплопровідності в необмежених двоскладових просторових областях / А.П. Громик, І.М. Конет // Крайові задачі для диференціальних рівнянь: зб. наук. пр. – Чернівці: Прут, 2007. – Вип. 15. – С. 67-82.
10. Громик А.П. Початково-крайові задачі теплопровідності в необмежених двоскладових просторових областях / А.П. Громик, І.М. Конет // Крайові задачі для диференціальних рівнянь: зб. наук. пр. – Чернівці: Прут, 2008. – Вип. 16. – С. 100-118.
11. Конет І.М. Нестаціонарні задачі теплопровідності в необмежених тришарових просторових областях / І.М. Конет , М.П. Ленюк // Крайові задачі для диференціальних рівнянь: зб. наук. пр. – Чернівці: Прут, 2008. – Вип. 16. – С. 118-134.
12. Громик А.П. Початково-крайові задачі теплопровідності в необмежених тришарових просторових областях / А.П. Громик, І.М. Конет // Крайові задачі для диференціальних рівнянь: зб. наук. пр. – Чернівці: Прут, 2008. – Вип. 17. – С. 31-49.
13. Тихонов А.Н. Уравнения математической физики / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. – М.: Наука, 1977. – 735 с.
14. Карслоу Г. Теплопроводность твердых тел / Г. Карслоу, Д. Егер. – М.: Наука, 1964. – 487 с.
15. Боли Б. Теория температурных напряжений / Б. Боли, Дж. Уэйнер. – М.: Мир,1964. -517 с.
16. Конет І.М. Інтегральні зображення розв’язків нестаціонарних задач теплопровідності в напівобмежених кусково-однорідних просторових середовищах / І.М. Конет // Вісник Кам’янець-Подільського національного університету. Фізико-математичні науки. – Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський нац. ун-т, 2008. – Вип. 1. – С. 48-56.
17. Громик А.П. Математичне моделювання нестаціонарних процесів теплопровідності в напівобмежених багатошарових просторових середовищах/ А.П. Громик, І.М. Конет // Математичне та комп’ютерне моделювання. Серія: Технічні науки: зб. наук. пр. –Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський нац. ун-т, 2008. – Вип. 1. – С. 26-41.
18. Снеддон И. Преобразования Фурье / И. Снеддон. – М.: Изд-во иностр. лит., 1956. – 668 с.
19. Ленюк М.П. Интегральные преобразования с разделенными переменными (Фурье, Ханкеля) / М.П. Ленюк. – К., 1983. – 60 с. – (Препринт / АН УССР. Ин-т математики; 83.4).
20. Шварц Л. Математические методы для физических наук / Л. Шварц. – М.: Мир, 1965. – 408 с.

The method of fundamental functions and Green's function (key solutions) is built integral image accurate analytical solutions of nonstationary problems of algorithmic nature of the phenomenological theory of thermal conductivity in napivobmezhenyh multi-dimensional environments. To build a major integrated solutions are involved corresponding Fourier transform for homogeneous environments and Fourier transform in Cartesian pivosi with conjugate points.

Key words: *heat equation, initial and boundary conditions, coupling conditions, integral transformation, the main interchange.*

УДК 518:517/965+968.21

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

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

Досліджується питання побудови наближених розв'язків крайової задачі для диференціально-функціонального рівняння

Ключові слова: *наближені розв'язки, крайова задача, диференціально-функціональне рівняння*

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

В роботі розглядається питання побудови наближених розв'язків крайової задачі для диференціально-функціонального рівняння за допомогою методу послідовних наближень,проекційного методу та нестаціонарного проекційно-ітеративного методу.

Для простоти викладок вважатимемо,що потрібно знайти функцію y(x), яка задовольняє рівняння

$$(Ly) = y''(x) + c(x)y'(x) + d(x)y(x) + p(x)y''\big(h(x)\big) + \qquad (1.1)$$

$$+r(x)y'\big(h(x)\big) + s(x)y\big(h(x)\big) = f(x), x \in (a;b),$$

та умови

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

$$y(x) = 0,\ x \notin (a;b) \qquad (1.3)$$

Вважатимемо, що коефіцієнти c(x), $d(x)$, $p(x)$, $r(x)$, $s(x)$, визначені і обмежені на $[a;b]$, $g(x)\ \epsilon\ L_2(a,b), \alpha^2+\beta^2 \neq 0, \gamma^2+\delta^2 \neq 0$. Відносно функції $h(x)$ вважаємо, що вона є диференційовною і $h'(x) \geq l > 0$, $x - h(x) \geq \delta > 0$, $x\ \epsilon\ [a;b]$.

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

$$y''(x) + a(x)y'(x) + b(x)y(x) = u(x),\ U_i\,[y] = U_2\,[y] = 0 \qquad (2.1)$$

можна звести до інтегро-функціонального рівняння

$$u(x) + p(x)u\big(h(x)\big) = f(x) + \int_a^b K(x,t)u(t)dt, \qquad x \in (a;b), \qquad (2.2)$$

$$u(x) = 0,\ x \notin (a;b)$$

Коефіцієнти $a(x)$ та b(x), які знаходяться в нашому розпорядженні, підбираємо таким чином, щоб крайова задача (2.1) мала єдиний розв'язок при кожній функції $u(x)\ \epsilon\ L_2(a,b)$ (його можна знайти в явному вигляді порівняно легко) і виконувались рівності

$$p(x)a(\mathrm{h}(x)) - r(x) = 0,\ p(x)b(h(x)) - s(x) = 0,\ x\ \epsilon\ (a;\ h(a)). \qquad (2.3)$$

Подамо рівняння (1.1) у вигляді

$$y''(x)+a(x)y'(x)+b(x)y(x)+p(x)(y''h(x)+a(h(x))+b(h(x))y(h(x))) =$$
$$= f(x) + g(x)y'(x) + h(x)y(x) + l(x)y'(h(x)) + m(x)y(h(x)),$$

де $a(x)$-$g(x)$=$c(x)$, $b(x)$-$h(x)$=$d(x)$, $l(x)$=$p(x)a(h(x))$-$r(x)$, $m(x)$=$p(x)b(h(\text{x}))$-$s(x)$.

При згаданому вище виборі коефіцієнтів $a(x)$ та $b(x)$, по-перше, існує функція Гріна $G(x;t)$ така, що єдиний розв'язок задачі (2.1) виражається формулою

$$y(x)+\int_a^b G(x,t)u(t)dt, \qquad x\in(a;b), \tag{2.4}$$

і, по-друге, враховуючи умову (2.3),

$$(By)(x)\equiv g(x)y'(x)+\ h(x)y(x)+l(x)y'\big(h(x)\big)+m(x)y'\big(h(x)\big)=$$
$$=g(x)y'(x)+h(x)y(x)+\begin{cases}0,\ x\in(a,h(a)),\\ l(x)y'(h(x))+m(x)y(h(x)),\ x\in(h(a);b).\end{cases} \tag{2.5}$$

На основі формул (2.1), (2.4), (2.5) рівняння (2.4) легко подати у вигляді (2.2), де, очевидно

$$B(x,t)=(BG)(x;t)G'_x(x;t)+(x)G(x;t)+$$
$$+\begin{cases}0,\ x\in(a,h(a)),\\ l(x)G'_x(h(x);t)+m(x)G(h(x);t),\ x\in(h(a);b),\ x\in(a;b)\end{cases} \tag{2.6}$$

причому в силу умов (1.3), (2.3) при $x\notin(a;b)$

$$U(x)=0. \tag{2.7}$$

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

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

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

в силу якого інтегральний оператор *К,* що визначається за формулою

$$(Kx)(x)=\int K(x;t)v(t)dt,\forall v(x)\in L_2(a,b)$$

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

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

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

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

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

зводиться до інтегрального рівняння Фредгольма другого роду із цілком неперервним оператором

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

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

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

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

$$U_1[y_k] = U_2[y_k] = 0, y_k(x) = 0, \qquad x \notin (a;b), \tag{3.2}$$

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

Нехай

$$(Ay_k)(x) = y_k''(x) + a(x)y_k'(x) - b(x)y_k(x) = y_k(x), \tag{3.4}$$

$$U_1[y_k] = U_2[y_k] = 0,$$

тоді в силу однозначної розв'язуваності цієї задачі

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

$$y_k(h(x)) = \int G(h(x);t)u_k(t)dt, \quad x \in [h^{-1}(b),b] \tag{3.6}$$

Оскільки співвідношення (3.5), (3,6) виконуються при будь-якому $k \in N$, то, підставляючи їх у формули (3,2), (3,4), (3.3), (2.6), отримуємо

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

$$u_k(x) = 0, \qquad x \notin (a;b).$$

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

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

Відзначимо, що твердження цієї теореми вірне, якщо $p < 1$, де
$\rho = (\int \int T^2(x;t)dxdt)$.

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

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

$$y_n(x) = 0, x \notin (a;b) \tag{4.2}$$

в якій

$$y_n(x) = \sum a_i\eta_i(x). \tag{4.3}$$

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

$$\int \big(f(x) - (Ly_n)(x)\big)\Psi_i(x)dx, \quad i = \overline{1,n} \tag{4.4}$$

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

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

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

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

де $\{\varphi_i(x)\}$ - згадана вище ортогональна система функцій, $|q(x)| \leq \bar{q} < \infty$, $\mu \neq 0$ - деякий параметр, а оператор А має вигляд (3.3).
Підставляючи вираз (4.3) в формулу (4.4) і виконуючи нескладні перетворення, для визначення коефіцієнтів a_j отримуємо систему алгебраїчних рівнянь

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

в якій

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

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

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

На основі цієї змінної з урахуванням формули (4.3) не виникає труднощів переконатися в справедливості співвідношення

$$y_n''(x) + a(x)y_n'(x) + b(x)y_n(x) = u_n(x), U_1[y_n] = 0, \; l = 1,2, \tag{4.8}$$

де покладено

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

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

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

і трактуючи співвідношення (4.8) як крайові задачі, отримати

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

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

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

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

$$u_n(x) + p(x)u_n h(x) = f(x) + \int_a^b K(x;t)\, u_n(t)\, dt, x\epsilon(a,b),$$

$$u_n(x) = 0, \ \ x \notin (a,b), \tag{4.13}$$

$$\int_a^b r_n\,(x)\varphi_i(x)dx = 0, \ i = \overline{1,n}, \tag{4.14}$$

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

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

5. Застосуємо до крайової задачі (1.1)- (1.3) нестаціонарний проекційно-ітеративний метод. Нехай $\{\varphi_i(x)\}$ – задача ортогональна та повна в $L_2(a,b)$ система функцій, $\{P_k\}$ – послідовність операторів проектування, що визначаються з допомогою формули

$$(P_k v)(x) = \int_a^b P_k(x;t)\, v(t)\, dt, \ \boldsymbol{v(x)} \epsilon \boldsymbol{L_2}(a,b), \tag{5.1}$$

в якій

$$P_k(x;t) = \sum_{i=1}^{n_k} \gamma_i\, \varphi_i(x)\varphi_i(t), \ \gamma_i^{-1} = \int_a^b \varphi_i^2\ \ (x)dx, \tag{5.2}$$

де $k = 1,2,3,\ldots, \ \ n_k > n_0 = \boldsymbol{n} \geq \boldsymbol{1}, \boldsymbol{n_{k_1}} \leq \boldsymbol{n_{k_2}}$ при $k_1 < k_2$.

Проекційні оператори (5.1) ортогонально проектують простір $\boldsymbol{L_2}(a,b)$ на його підпростір $L_2^k(a,b)$, причому $L_2^{k-1}(a,b) \epsilon L_2^k(a,b), k = 1,2,3,\ldots$

Ідея методу стосовно крайової задачі (1.1)- (1.3) полягає в наступному. Нехай, виходячи із початкового наближення $y_0(x) \epsilon \boldsymbol{L_2}(a,b)$,ми знайшла наближення $y_{k-1}(x)$. Обчислюємо функцію

$$\tilde{y}_{k-1}(x) = \int_a^b [G(x;t)(\square] \int_a^b [P_{k-1}(t;\xi)\left(y''_{k-1}(\xi) + a(\xi)y'_{k-1}(\xi) + b(\xi)y_{k-1}(\xi)]\right) d\xi \Bigg) dt, \tag{5.3}$$

де $P_{k-1}(x;t)$ має вигляд (5.2). Наступне наближення $y_k(x)$ визначаємо із допоміжної задачі

$$(Ay_k)(x) = \ f(x) + (Az_k)(x) - (Lz_k)(x), x\epsilon(a,b), \tag{5.4}$$

$$U_1[y_k] = U_2[y_k] = 0, y_k = 0, x \notin (a,b), \tag{5.5}$$

в якій

$$z_k(x) = \tilde{y}_{k-1}(x) + w_k(x), w_k(x) = \sum_{j=1}^{n} a_j^k\, \eta_j(x), \tag{5.6}$$

а невідомі коефіцієнти $a_j^k = a_j^k(n)$ визначаємо з умови

$$\int_b^a (f(x) - (Lz_k)(x))\psi_i(x)dx = 0, i = \overline{1,n}, \tag{5.7}$$

У наведеному алгоритмі оператор A має вигляд (3.3). Системи функцій $\{\eta_i(x)\}, \{\psi_i(x)\}$ визначаємо за формулами (4.5) - (4.7).

На основі формул (5.6), (5.7) для обчислення невідомих коефіцієнтів a_i^k отримаємо систему лінійних алгебраїчних рівнянь

$$\sum_{j=1}^{n} \beta_{ij} a_j^k = b_j^k, i = \overline{1,n}, \tag{5.12}$$

де

$$\beta_{ij} = \int_a^b \left(L\eta_j\right)(x)\psi_i(x)dx, i,j = \overline{1,n}. \tag{5.13}$$

$$b_i^k = \int_b^a (f(x) - (L\tilde{y}_{k-1})(x))\psi_i(x)dx, i = \overline{1,n}, \tag{5.14}$$

6. Алгоритм (5.3) -(5.7) можна звести до нестаціонарного проекційно-ітеративного методу розв'язування інтегро-функціонального рівняння (2.2). Дійсно, введемо заміну

$$y_k''(x) + a(x)y_k'(x) + b(x)y_k(x) = u_k(x),$$

$$U_1[y_k] = U_2[y_k] = 0, \tag{6.1}$$

і нову систему функцій $\{\xi_i(x)\}$,що визначається з допомогою формули

$$\eta_i''(x) + a(x)\eta_i'(x) + b(x)\eta_i(x) = \xi_i(x),$$

$$U_1[\eta_i] = U_2[\eta_i] = 0, \qquad i = \overline{1,n},$$

На основі цієї формули та з урахуванням другого виразу в (5.6) не складає великих труднощів переконатися в справедливості співвідношення

$$w_k''(x) + a(x)w_k'(x) + b(x)w_k(x) = \alpha_k(x),$$

$$U_1[w_k] = U_2[w_k] = 0, \tag{6.2}$$

де покладено

$$\alpha_k(x) = \sum_{j=1}^{n} a_j^k \xi_j(x).$$

Враховуючи ці заміни, з допомогою формул (5.3), (5.6), (5.8) легко встановити справедливість рівностей:

$$\tilde{u}_{k-1}(x) = \int_a^b P_{k-1}(x;t)u_{k-1}(t)dt,$$

$$(Az_k)(x) = \tilde{u}_{k-1}(x) + p(x)\tilde{u}_{k-1}h(x) + \alpha_k(x) + p(x)\alpha_k h(x), \tag{6.4}$$

і розглядаючи співвідношення (6.1), (6.2) як крайові задачі, отримати

$$y_k(x) = \int_a^b G(x;t)u_k(t)dt, \; w_k(x) = \int_a^b G(x;t)\alpha_k(t)dt. \tag{6.5}$$

Таким чином, функцію $z_k(x)$,яка визначається першою формулою (5.6), можна подати у вигляді

$$z_k(x) = \int_a^b G(x;t)\left(\tilde{u}_{k-1}(t) + \alpha_k(t)\right)dt,$$

тобто, вводячи позначення

$$v_k(x) = \tilde{u}_{k-1}(x) + \alpha_k(x), \tag{6.6}$$

матимемо

$$z_k(x) = \int_a^b G(x;t)\; v_k(t)dt, \tag{6.7}$$

Оскільки, як це випливає з формул (1.1), (5,8), (2.5),

$$(Az_k)(x) - (Lz_k)(x) = (Bz_k)(x), x\epsilon(a,b), \tag{6.8}$$

і, отже,

$$r_k = f(x) - (Lz_k)(x) = f(x) + (Bz_k)(x) - (Az_k)(x),$$

то, здійснюючи заміни (6.1), (6.5), (6.7) в співвідношеннях (5.4), (5.7) і враховуючи при цьому формули (5.8), (6.8), (2.7), (6.4), (6.5), (5.12), (6.6) остаточно матимемо

$$u_k(x) + p(x)u_k h(x) = f(x) + \int_a^b K(x;t)\, v_k(t)\, dt, x\epsilon(a,b), \tag{6.9}$$

$$\int_a^b r_k(x)\psi_i(x)dx = 0,\ i = \overline{1,n}, \tag{6.10}$$

$$r_k = f(x) + \int_a^b K(x;t)\, v_k(t)\, dt - v_k(x) - p(x)v_k h(x). \tag{6.11}$$

Якщо ж сюди включити початкову умову $u_k(x) = 0$, коли $x \notin (a,b),$ то видно, що алгоритм (6.9) - (6.11), (6.6), (6.4) та (6.3) - це нестаціонарний проекційно-ітеративний метод розв'язування інтегро-функціонального рівняння (2.2) збіжність якого досліджена в [6].

7. Робити обчислення безпосередньо за формулами (5.3) - (5.7) дещо незручно, тому нижче наведено одну з можливих обчислювальних схем, рівносильну вихідному алгоритму. Перед тим, як її описати, слід зауважити, що в процесі обчислень за формулами (5.13), (5.14) слід користуватись очевидними співвідношеннями

$$(L\eta_i)(x) = (A\eta_i)(x) - (B\eta_i)(x), i = 1,n, \tag{7.1}$$

$$f(x) - (Ly_{k-1})(x) = f(x) + (By_{k-1})(x) - (Ay_{k-1})(x), \tag{7.2}$$

а систему рівнянь (5.12) доцільно записати в векторній формі, тобто $\wedge a_k = b_k$, де матриця $\wedge$ та вектори $\underset{a_k}{\rightarrow}\ \underset{b_k}{\rightarrow}$ мають вигляд

$$\wedge = \begin{pmatrix} \beta_{11} & \cdots & \beta_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_{n1} & \cdots & \beta_{nn} \end{pmatrix},$$

<u>Допоміжні обчислення.</u> Задаємо ортогональну та повну в $\boldsymbol{L_2}(a,b)$ систему функцій $\{\varphi_i(x)\}$, розв'язуємо допоміжні рівняння (5.11), (5.9), (5,10), в результаті чого отримуємо системи функцій$\{\eta_i(x)\}$,$\{\psi_i(x)\}$, $\{\xi_i(x)\}$. Будуємо нову систему функцій

$$(K_i)(x) = (B\eta_i)(x),\ i = 1,n,$$

і обчислюємо елементи матриці $\wedge$ за формулою

$$\beta_{ij} = \int_a^b (\xi_i(x) - K_j(x))\psi_i(x)dx, i,j = \overline{1,n}.$$

знаходимо обернену матрицю $\wedge^{-1}$ і початкове наближення визначаємо з рівнянь

$$\begin{cases} u_0(x) + p(x)u_0 h(x) = s_0(x), & x\epsilon(a,b) \\ u_0(x) = 0, \quad x \notin (a,b), \end{cases}$$

$$y_0''(x) + a(x)y_0'(x) + b(x)y_0(x) = u_0(x), \qquad x\epsilon(a,b),$$
$$U_1[y_0] = U_2[y_0] = 0,$$
де $s_0(x)$ – деяка задана функція із $\boldsymbol{L}_2(a,b)$.

Основні обчислення. Знаходимо, виходячи з відомих функцій $y_{k-1}(x)$ та $s_{k-1}(x)$ згідно формули (5.3) функцію $\tilde{y}_{k-1}(x)$. Будуємо функцію
$$v_k(x) = f(x) + (B\tilde{y}_{k-1})(x)$$
та нев'язку
$$s_k(x) = v_k(x) + s_{k-1}(x),$$
обчислюємо вектор $\underset{b_k}{\rightarrow} = \left(b_1^k, b_2^k, \dots, b_n^k\right)$, де
$$b_i^k = \int_a^b s_k(x)\psi_i(x)dx, i = \overline{1,n}.$$
Складаємо рівняння $\wedge a_k = b_k$ і знаходимо його розв'язок
$$\underset{a_k}{\rightarrow} = \wedge^{-1} \underset{b_k}{\rightarrow} = \left(a_1^k, a_2^k, \dots, a_n^k\right)$$

Утворюємо функцію
$$s_k(x) = v_k(x) + \sum_{j=1}^{n} a_j^k K_j(x),$$
і наближення $y_k(x)$ визначаємо з рівнянь
$$\begin{cases} u_k(x) + p(x)u_k h(x) = s_k(x) \\ u_k(x) = 0, \qquad x \notin (a,b), \end{cases} x\epsilon(a,b)$$
$$y_k''(x) + a(x)y_k'(x) + b(x)y_k(x) = u_k(x), \quad x\epsilon(a,b),$$
$$U_1[y_0] = U_2[y_0] = 0.$$

Приймаючи до уваги (2.1), (6.8), (7.1) та (7.2), можна встановити рівносильність наведеної обчислювальної схеми нестаціонарному проекційно-ітеративному методу (5.3)-(5.7).

Список використаних джерел:

1. *Курпелъ Н.С.* Проекнционно-итеративные методы решения операторных уравнений. - К. Наук, думка, 1968 -244с.
2. *Лучка А.Ю.* Проекционно-итеративные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений. - К. Наук, думка, 1968 - 244с.
3. *Лучка А.Ю.* Проекционно-итеративные методы. - К. Наук, думка, 1993 - 286с.
4. *Лучка А.Ю.* Критерии сходимости проекционно-итеративного метода для нелинейных уравнений. - К. Наук, думка, 1982. - 54с, - (Препринт / АН УССР Институт математики; 82.24).
5. *Лучка А.Ю.* Проекційно-ітеративний метод для диференціальних рівнянь з обмеженням // Нелінійні коливання - 2002. -5, №4 - С.465 - 488.
6. *Лучка А.Ю., Криль С.А.* Построение приближенных решений линейных интегро-разностных уравнений. - К., 1987. - 36с. - (Препринт / АН УССР Институт математики; 87.14).

The question of construction of close decisions of regional task is probed for differentially functional equalization

Key words: *upshots are close, regional task, differentially functional equalization*

УДК 539.2/3;539.2/9.1

Ц.А.Криськов, кандидат фізико-математичних наук, доцент,
А.А.Криськов, старший викладач кафедри фізики,
О.М.Рачковський, старший викладач кафедри фізики,
О.О.Акімова, кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник,
О.Ю.Мешалкін, науковий співробітник,
Г.М.Трідух, науковий співробітник

МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОНІКИ

Наведені основні результати створення напівпровідникових матеріалів для мікро- та оптоелектроніки. Вони можуть бути використані при виготовленні термоелектричних пристроїв, газових сенсорів, оптичних волокон та тонких плівок для просвітлення оптики і оптичного запису інформації.

Ключові слова: *напівпровідникові халькогеніди, технологія синтезу, фізичні параметри.*

Вступ

Розвиток сучасної мікроелектроніки вимагає наявності напівпровідникових сполук достатнього рівня однорідності за хімічним складом та цілком визначеним набором фізичних параметрів. Серед матеріалів традиційного використання (Si, Ge, сполуки класу A^3B^6) все ширше використання мають напівпровідникові халькогеніди. На їх основі виготовляються дослідні зразки термоелектричних перетворювачів енергії [1], сонячні елементи [2] , пристрої волоконної оптики та розробляються системи оптичного запису інформації [3]. Проте, рівень технологічних процесів синтезу цих сполук та розробка методів вирощування кристалів вимагають значного доопрацювання. На вирішення цих завдань спрямовані зусилля багатьох наукових центрів, у тому числі й лабораторії напівпровідників кафедри фізики К-ПНУ. У цій статті наведені основні результати технологічних розробок синтезу напівпровідникових халькогенідів за останні роки

1. Термоелектричні матеріали

Для створення термоелектричних пристроїв прямої (ефект Зеєбека) та зворотної (ефект Пельтьє) дії найчастіше використовуються халькогеніди свинцю (PbTe) та германію (GeSe). Основні технологічні дослідження спрямовані на отримання високооднорідних за хімічних складом та однорідно легованих сполук. Це досягнуто двома шляхами: оптимізацією температурно-часових умов синтезу сполук та їх примусовим перемішуванням у спеціально сконструйованих технологічних пристроях [4,5]. Одним з основних параметрів цих сполук є числові значення коефіцієнта термоерс, які наближаються до рівня розробок провідних наукових центрів і наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Числові значення коефіцієнтів термоерс халькогенідів свинцю та германію

Сполука	**Коефіцієнт термоерс, мкВ/К**
p-PbTe	640…660
n-PbTe	590…600
p-GeSe	780…800
n-GeSe	750…770

Синтезований телурид свинцю механічно подрібнювали до порошкоподібного стану, просівали крізь сита з різними розмірами отворів (від 0,6 до 1,0) мм. З просіяних фракцій зважували по 0,5 г матеріалу, завантажували у прес-форму і виготовляли вітки термоелементів, створюючи пресом навантаження до 10^4 Н і витримували у напруженому стані впродовж 5 хв. Поверхню зразків покривали шаром міді (n-тип) або нікелю (p-тип) для кращого формування електричних контактів. Термоелектричні перетворювачі монтували на підкладках. Подібним чином виготовляли термоелектричні модулі, які складались з 4-х послідовно сполучених термоелементів. Один з прикладів таких перетворювачів показано на рис.1

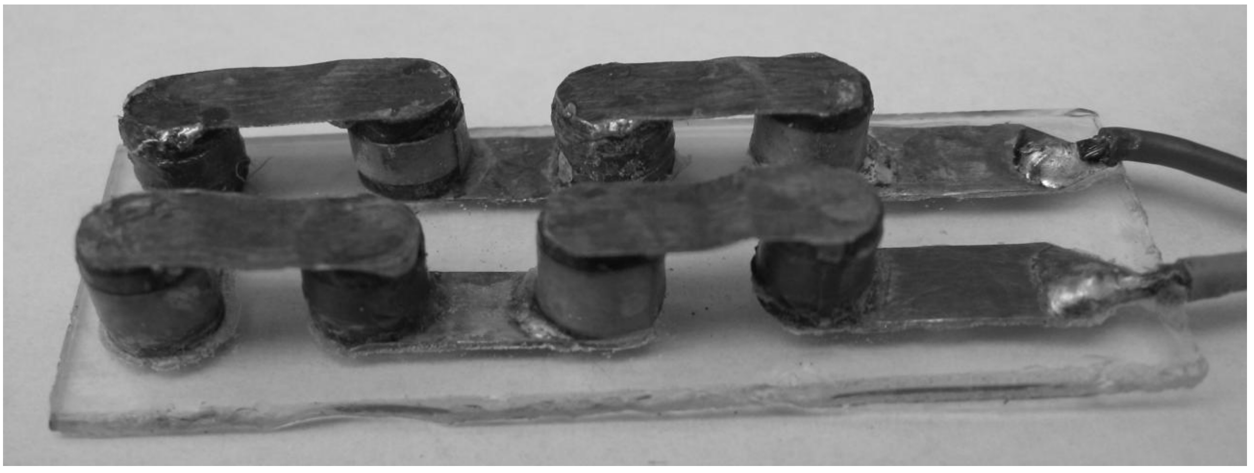


Рис.1. Термоелектричний модуль

2. Халькогенідні арсеніди для оптоелектроніки

Матеріали використовуються для волоконної оптики, оптичного запису зображень і оптоелектроніки. Метод отримання – плавлення з примусовим перемішуванням. Зразки синтезованих сполук та їх тонкі плівки показані на рис. 2 – 4.

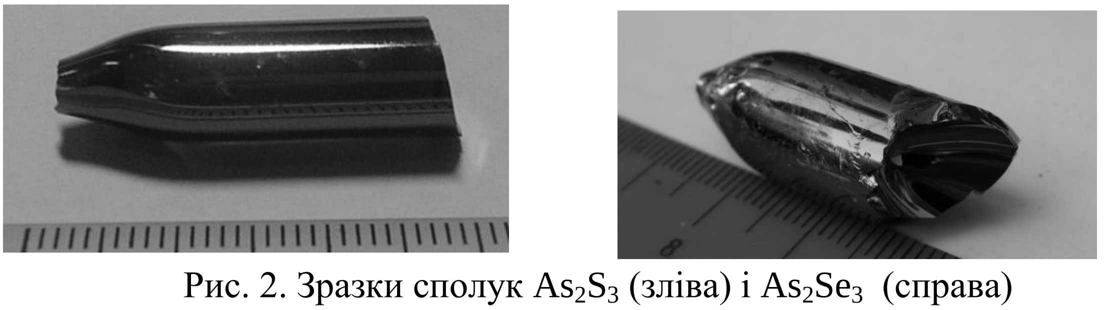


Рис. 2. Зразки сполук As_2S_3 (зліва) і As_2Se_3 (справа)

Рис. 3. Зразки DVD-дисків, покритих плівками As_2S_3 і As_2Se_3 і записаною інформацією (до 400 ГБт на одному диску)

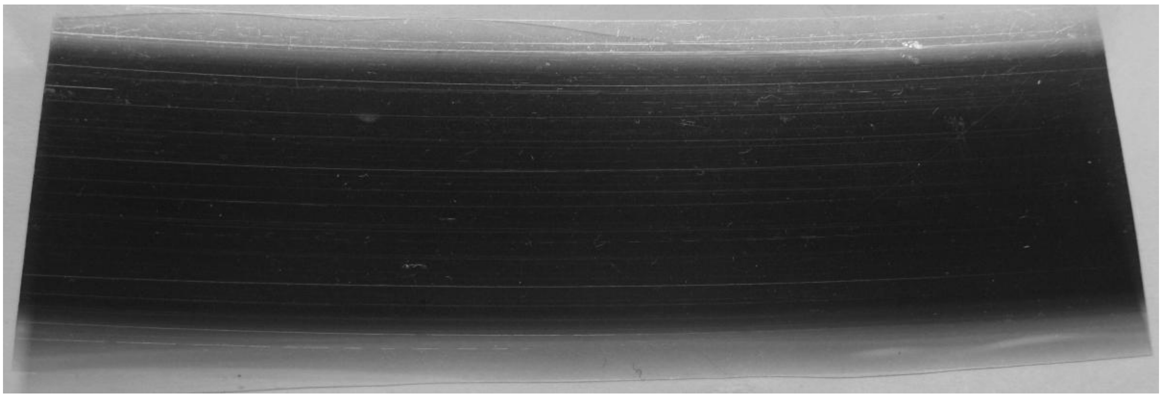


Рис. 4. Зразок плівки As_2Se_3

Хімічний склад напівпровідникових сполук контролюється методами енергетичного дисперсійного аналізу. Для As_2S_3 результати показані на рис.5.

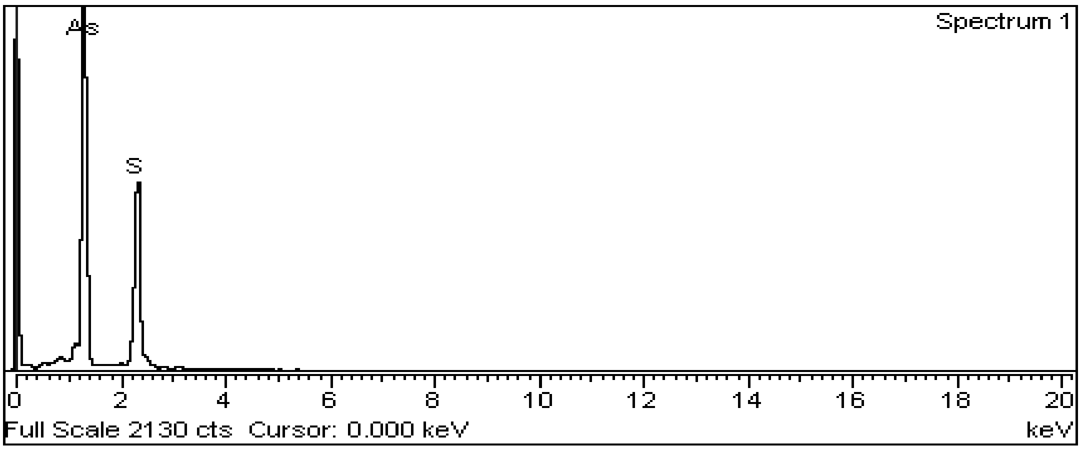


Рис.5. Приклад спектру для визначення хімічного складу As_2S_3. Стандартами обрані: для S–FeS_2, для As–InAs.

Результати анализу:

Елемент	Ваговий вміст, %	Атомний склад, %
S	35,76	56,53
As	64,24	43,47
Всього:	100	

Матеріали роботи представлені на Всеукраїнській виставці «Барвиста Україна 2008 та 2009» м. Київ, й Міжнародному форумі «OPTICS-EXPO 2009» м. Москва [6]. За результатами досліджень отримано три дипломи та медаль з Міжнародного форуму «OPTICS-EXPO 2009».

Список використаних джерел:

1. Іорданішвілі Є.К. Термоелектрика – від минулого в майбутнє. //Термоелектрика, -2000, -№1, -С.7-21.

2. Sachenko A.V., Sokolovskyi I.O. Photoconversion efficiency of quantum-well solar cells for the optimum doping level of a base. //Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics. -2008, -V.11, -№1, -P.1-5.

3. Stronski A.V., Vlcek M., Shepeliavyi P.E., Sklenar A., Kostyukevich S.A. Image formation properties of $As_{40}S_{20}Se_{40}$ thin layers in application for gratings fabrication. //Semiconduc. Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics. -1999, -V.2, -№1, -P.111-114.

4. Власенко О.І., Левицький С.М., Криськов Ц.А., Криськов А.А. Патент на корисну модель № 43897 Спосіб отримання однорідно легованих кристалів A^4B^6, -2009, -6 с.

5. Власенко О.І., Левицький С.М., Криськов Ц.А., Криськов А.А. Патент на корисну модель № 43898 Спосіб отримання високооднорідних халькогенідних напівпровідникових матеріалів A^4B^6, -2009, -6с.

6. Крыськов Ц.А, Рачковский О.М и др. Материалы для оптоэлектроники, Кам-Под, 2009, -12 с.

The basic results of creation of semiconductor materials are resulted for micro- and optoelectronics. They can be used for making of thermo-electric devices, gas touch-controls, optical fibres and thin-films for optical record of information.

Key words: *semiconductor chalcogenides, technology of synthesis, physical parameters.*

УДК 53 (07)

С.А.Муравський, аспірант кафедри методики викладання фізики і дисциплін технологічної освітньої галузі

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ПРОЕКТІВ НА ЗАНЯТТЯХ З ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ТВОРЧОЇ АКТИВНОСТІ СТУДЕНТІВ

В статті проаналізовано можливості використання методу проектів, розглянуто вимоги, зміст та етапи проведення навчального проекту на заняттях з фізики і астрономії.

Ключові слова: *метод проектів, творча активність, особистісно-орієнтована освіта, пізнавальний інтерес, творчі здібності, педагогічна технологія.*

На сьогоднішньому етапі розвитку нашого суспільства, розвитку високих технологій, вміння самостійно мислити в нових невідомих умовах, вміння вести самостійно дослідження, вміння працювати в колективі, мислити корпоративно цінуються особливо високо. Проте з іншого боку студенти недостатньо навчені формам самостійної діяльності, їх мало цікавлять проблеми сучасного стану технічних наук, вони не зовсім усвідомлюють відповідальність за своє навчання й за навчання в групі вцілому.

Ці протиріччя можна реалізувати через спільну навчальну діяльність студентів при створенні проекту:

1. Це самостійна робота по підготовці проекту,
2. Вибір напрямку роботи, який цікавить студентів, у процесі створення готового продукту,
3. Частково-пошукова або дослідницька діяльність,
4. Самовираження студента через творчий підхід у реалізації проекту.

Головною відмінною рисою методу проектів є навчання на активній основі, через доцільну діяльність студента, яка відповідає його особистим інтересам.

В основі цього методу лежить розвиток пізнавальних навичок студентів, вмінь самостійно конструювати свої знання, вмінь орієнтуватися в інформаційному просторі, розвиток критичного й творчого мислення.

В основі методу проектів - інноваційна ідея, що й складає поняття "проект" (від латинського "спрямований вперед", тобто "план, задум, реалізація мети"). Зрозуміло, що при такій організації навчально-виховного процесу педагогічний результат можна побачити, усвідомити, застосувати в практичній діяльності. Метод проекту - це метод пошуку, тобто така організація навчання, при якій студенти набувають знань в процесі планування та виконання практичних завдань-проектів. Проект дає можливість тісно поєднати теорію з практикою.

Метод проектів завжди орієнтований на самостійну діяльність студентів - індивідуальну, парну, групову, яку вони виконують протягом певного відрізку часу. Цей метод органічно сполучається із груповим. Метод проектів завжди припускає розв'язок якоїсь проблеми. Розв'язок проблеми передбачає, з одного боку, використання сукупності різноманітних методів, засобів навчання, а з іншого, припускає необхідність інтегрування знань, вмінь застосовувати знання з різних галузей науки, техніки, технології.

Для досягнення поставленої мети, можна використовувати науково-популярну літературу, періодику, ресурси INTERNET, проводити самостійні дослідження, моделювати свої прилади, проводити експерименти. Результати виконаних проектів повинні бути, що називається, "відчутними", тобто, якщо це теоретична проблема, то конкретний її розв'язок, якщо практична - конкретний результат, готовий до використання. Студенти свої результати можуть оформляти у вигляді сторінок фізичної настінної газети, у вигляді мультимедійних презентацій, у вигляді макетів.

Якщо говорити про метод проектів як про педагогічну технологію, то ця технологія припускає сукупність дослідницьких, пошукових, проблемних методів, творчих по самій своїй суті.

Основні вимоги до використання методу проектів:

1.Наявність значимої в дослідницькому, творчому плані проблеми/завдання, що вимагає інтегрованого знання, дослідницького пошуку для її розв'язку (наприклад, дослідження демографічної проблеми в різних регіонах миру; створення серії репортажів з різних кінців земної кулі по одній проблемі; проблема впливу кислотних дощів на навколишнє середовище, ін.).

2. Практична, теоретична, пізнавальна значимість передбачуваних результатів (наприклад, доповідь у відповідні служби про демографічний стан даного регіону, факторах, що впливають на цей стан, тенденціях, що прослідковуються в розвитку даної проблеми; спільний випуск газети, альманаху з репортажами з місця подій; охорона лісу в різних місцевостях, план заходів, ін.);

3. Самостійна (індивідуальна, парна, групова) діяльність учнів.

4. Структурування змістовної частини проекту (із вказівкою поетапних результатів).

5. Використання дослідницьких методів, що передбачають певну послідовність дій:

1. визначення проблеми, завдань, що й випливають із неї, дослідження (використання в ході спільного дослідження методу " мозкової атаки", "круглого стола");
2. висунення гіпотез їх розв'язку;
3. обговорення методів дослідження (статистичних методів, експериментальних, спостережень, ін.);
4. обговорення способів оформлення кінцевих результатів (презентацій, захисту, творчих звітів, переглядів, ін.).
5. збір, систематизація й аналіз отриманих даних;
6. підведення підсумків, оформлення результатів, їх презентація;
7. висновки, висунення нових проблем дослідження.

Проекти класифікують:

- за напрямами діяльності (дослідницькі, інформаційні, прикладні);
- за кількістю учасників (індивідуальні, парні, групові);
- за тривалістю (короткочасні, середньотривалі, довгострокові);
- за формами проведення (екскурсії, експедиції, дебати, круглі столи, семінари, тренінги, конференції, фестивалі, аудіо- та відеопроекти тощо).

Використання методу проектів призводить до розвитку творчих здібностей, виявлення обдарованих студентів, проте й потребує виконання наступних умов:

- створення необхідного середовища, простору та культу інтелектуальної особистості;
- створення мотивації, системи стимулів та засобів впливу на особистість студента;
- освоєння нових особистісно-орієнтованих технологій навчання;
- кадрове забезпечення;
- матеріально-технічне забезпечення;
- дидактичне забезпечення особистісно-орієнтованих технологій;
- врахування психофізичних якостей студентів в практиці роботи навчального закладу.

Окремо слід сказати про необхідність організації зовнішньої оцінки проектів, оскільки тільки в такий спосіб можна відслідковувати їх ефективність, недоліки, необхідність своєчасної корекції. Характер цієї оцінки в значній мірі залежить як від типу проекту, так і від теми проекту (його змісту), умов проведення. Якщо це дослідницький проект, то він обов'язково включає етапність проведення, причому успіх усього проекту багато в чому залежить від правильно організованої роботи на окремих етапах.

Проекти оцінюють за наступними критеріями:

- актульність теми проекту,
- самостійність роботи над проектом,
- оригінальність ров'язання проблеми,
- артистизм і виразність виступів,
- рівень розкриття змісу проекту в призентації,
- використання наочностей, технічних засобів,
- відповіді на питання.

Отже, реалізація методу проектів і дослідницького методу на практиці веде до зміни позиції викладача. З носія готових знань він перетворюється в організатора пізнавальної, дослідницької діяльності своїх студентів. Змінюється й психологічний клімат у групі, тому що викладачеві доводиться переорієнтувати свою навчально-виховну роботу й роботу студентів на різноманітні види самостійної діяльності, на пріоритет діяльності дослідницького, пошукового, творчого характеру.

Список використаних джерел:

1. Тимошенко С.О. Метод проектів на уроках фізики//Фізика в школах України:Основа, 2009.-№7(131),-с. 24-27
2. Слєпкань З.І. Наукові засади педагогічного процессу у вищій школі: навч. посіб. -К.: Вища школа., 2005.- с.239
3. Чуйко О.В. Використання методу проектів на уроках та в позаурочний час// Фізика в школах України: Основа, 2008.-№11/12.-с.2

Possibilities of the use of method of projects are analysed in the article, requirements, maintenance and stages of leadthrough of educational project, are considered on employments after physics and astronomy.

Key words: *method of projects, creative activity, personality oriented education, cognitive interest, creative capabilities, pedagogical technology.*

УДК 53 (07) +372.853

О.М.Ніколаєв, кандидат педагогічних наук, доцент

П.С.Атаманчук, академік АНВО України, доктор педагогічних наук, професор,

О.П.Панчук, старший викладач

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЦІЛЕСПРЯМОВАНОСТІ НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Стаття присвячена аналізу основ цілеспрямованості навчального фізичного експерименту як одного із головних чинників підготовки компетентного фахівця. Пропонується ефективна модель управління експериментальною підготовкою майбутнього вчителя фізики.

Ключові слова: *еталонні вимоги, об'єктивний контроль, особистісно орієнтоване навчання, технологія, результативність, пізнавальна задача, фізика, управління.*

В умовах Лісабонської стратегії європейської інтеграції спрямованість національної системи освіти визначається переходом від пояснювально-ілюстративних до пошуково-креативних схем навчання, що потребує істотного зростання самостійної та продуктивної діяльності майбутніх спеціалістів, розвитку їхніх особистісних якостей і творчих здібностей, умінь самостійно здобувати нові знання та застосовувати їх на практиці.

Однак, поки що доводиться констатувати, що експериментальна підготовка майбутніх фахівців не відповідає вимогам сьогодення. Всі види експериментувань наразі ще несповна використовуються в традиційній системі експериментальної підготовки студентів, поки що не розроблена єдина методична система організації та проведення навчального експерименту, відсутня також узгодженість та цілеспрямованість в роботі викладачів природничо-математичних та психолого-педагогічних циклів щодо експериментальної підготовки випускників.

Вважаємо, що розробка теоретико-методологічних основ експериментальних видів діяльності повинна ґрунтуватися на класичній дидактиці й методиці навчання фізики, на виділенні змісту і характерних особливостей експериментального методу навчання, на встановленні основних тенденцій розвитку системи навчального експерименту та їх впливу на процес експериментальної підготовки, на виявленні зв'язків цього виду діяльності з базовими поняттями дидактики та їх специфіки у процесі формування експериментальних умінь.

Зрозуміло, що для набуття належних фахових та компетентнісних якостей, необхідна чітка цілеспрямованість у застосуванні різноманітних видів навчального експерименту. Наш досвід організації та проведення навчання з методики і техніки фізичного експерименту [2, 4] дозволяє стверджувати, що цілеспрямована експериментальна діяльність сприяє реалізації педагогічних цілей навчання та розвитку особистості. Вона є ефективним засобом створення цілісної системи професійної підготовки студента та одним із важливих резервів оптимізації процесу фахового становлення майбутнього вчителя фізики.

Розроблена технологія формування експериментальних способів діяльності передбачає необхідність поєднання раціонально-логічних та емоційно-ціннісних начал в підготовці майбутнього педагога. Для управління результативною експериментальною діяльністю майбутніх учителів фізики окреслені визначальні характеристики освітнього середовища.

Вироблення дієвої стратегії і тактики педагогічного впливу на пізнавальну активність студентів не може відбуватися без врахування феномену розгорнутості діяльностей у повному часовому просторі: минуле → теперішнє → майбутнє. Експериментальна пізнавальна діяльність, яка узгоджена з вимогами особистісно орієнтованого навчання, сприяє варіативності, тобто визнанню різноманітності змісту і форм навчального процесу, вибір яких повинен здійснюватися з урахуванням мети розвитку кожної людини, її психологічної і педагогічної підтримки в пізнавальному процесі та в ускладнених життєвих ситуаціях.

На основі процедури прогнозування (мета діяльності → план (стандарт) діяльності → управління діяльністю) пропонуємо практично реалізовану модель управління експериментальною підготовкою майбутнього вчителя фізики, зміст якої вибудовується на основі поєднання принципу наступності та ідеології чітких цілеорієнтацій у забезпеченні достатніх рівнів предметної обізнаності та професійних компетентності та світогляду майбутнього вчителя фізики.

Методична складова, теоретичний та методологічний аспекти професійної підготовки майбутніх учителів фізики розгортаються завдяки об'єднанню цільових орієнтацій змісту шкільного курсу фізики та змісту методики його викладання.

В організації навчально-пізнавальної діяльності орієнтуємось на бінарну цільову програму [2] – організаційний документ, що визначає змістовий компонент навчального матеріалу в особистісно-діяльнісному аспекті його реалізації. На її основі нескладно зорієнтувати всі види діяльності в ході експериментальних досліджень, добираючи характерні завдання для кожного етапу заняття. У нашому посібнику реалізується ідея інтеграції Державних стандартів середньої та вищої школи на основі переходу до пошуково-креативних моделей навчання, розроблено етапи формування фахових якостей педагога та встановлено характерні взаємозв'язки параметрів засвоєння фізичного знання з основними діяльнісними характеристиками. При цьому використовується дидактична модель цілеспрямованого управління процесом формування експериментальних способів діяльності на рівнях змістовно-діяльнісних та діяльнісно-особистісних якостей, в основу чого покладено єдність логіко-раціонального та емоційно-ціннісного в пізнавальній діяльності сприяє істотним якісним привнесенням у професійну підготовку майбутніх учителів: цілеспрямоване планування навчального процесу для системи експериментальної підготовки майбутнього вчителя фізики сприяє підвищенню ефективності їх діяльності, саморозвитку особистості студента, допомагає пізнати себе, самовизначитись і самореалізуватись, що сприяє належній зорієнтованості на майбутню продуктивну і творчу професійну діяльність. Методологічний, системно-структурний аналіз проблеми експериментальної підготовки майбутніх учителів і стандартів фізичної освіти доводить можливість та педагогічну доцільність цілеспрямованого управління процесом формування експериментальних способів діяльності.

Експериментальна підготовка майбутнього вчителя фізики через призму лабораторних досліджень у поєднанні з цільовими програмами й компетентнісно-світоглядними характеристиками якості знань (див. таблицю 1) до розгортання процесу експериментальних досліджень сприяє саморозвитку особистості студента та належній зорієнтованості на майбутню продуктивну і творчу професійну діяльність [4].

Таблиця 1

Класифікація компетентнісно-світоглядних характеристик якості знань		
Рівень	Вимірник якості знань	Контрольно-вимірювальний зразок мисленевих та психомоторних операцій віддзеркалення властивостей пізнавальної діяльності особистості
Нижчий	Завчені знання (ЗЗ)	Можливість механічного відтворення структури та основного обсягу навчального матеріалу
	Розуміння головного (РГ)	Можливість стислого відтворення основного змісту навчального матеріалу за допомогою одного судження
	Наслідування (НС)	Можливість аналогічного, повторювального використання операцій над навчальним матеріалом для засвоєння нових
Оптима-льний	Повне володіння знаннями (ПВЗ)	Спроможність до свідомого, продуктивного та активного віддзеркалення всіх елементів навчального матеріалу в будь-якій структурі викладу
Вищий	Уміння застосовувати знання (УЗЗ)	Здатність до вільного включення основної ланки навчального матеріалу в нові інформаційні зв’язки та раціонального, творчого, компетентного використання в нестандартних ситуаціях
	Навичка (Н)	Здатність до використання змісту навчального матеріалу на підсвідомому автоматизованому рівні в однотипних стандартних ситуаціях діяльності, що виступає специфічним показником компетентності спеціаліста
	Переконання (П)	Здатність до світоглядного обґрунтування змісту навчального матеріалу та його використання в життєдіяльності як особистісні здобутки

Водночас методична складова, теоретичний та методологічний аспекти професійної підготовки майбутнього учителя фізики повинні розгортатись завдяки об'єднанню цільових орієнтацій змісту шкільного курсу фізики і змісту методики його викладання. Така постановка проблеми вимагає якісно нового цілеспрямованого підходу до формування професійних якостей майбутніх учителів фізики, одним із необхідних елементів якого є бінарна цільова програма – організаційний документ, що визначає змістовий компонент навчального матеріалу в особистісно-діяльнісному аспекті його реалізації. У бінарній цільовій програмі одночасно задаються орієнтири як щодо змісту шкільного курсу фізики, так і щодо методичного його препарування [1].

Наведемо приклад бінарної цільової програми [3].

№ з/п	Змістово-методичні орієнтири навчання	Рівень знань	
		Початковий	**Кінцевий**
ЗМІСТОВІ			
1.	Електризація тіл	ПВЗ	Н
2.	Два види електричних зарядів і їх взаємодія.	ПВЗ	УЗЗ
3.	Закон Кулона	ПВЗ	УЗЗ
МЕТОДИЧНІ			
4.	Особливості експериментальної підготовки учнів при вивченні електростатики	ПВЗ	УЗЗ
5.	Форми організації експериментальної діяльності	РГ	П

Міра складності пізнавальних задач, щодо фахової підготовки від однієї лабораторної роботи до наступної повинна постійно зростати, при чому варто опиратися як на попередній педагогічний та методичний досвід, одержаний студентом в ході навчально-пізнавальної діяльності у вузі, так і на досвід, набутий в ході педагогічних практик. Це дає підстави стверджувати, що методичні орієнтири навчання студентів доцільно планувати на різних початкових рівнях – від вимог нижчого рівня (завчені знання, розуміння головного, наслідування), оптимального рівня (повне володіння знаннями) та до вимог вищого рівня (уміння застосовувати знання, навички, переконання) [6, 7].

Окремо, на нашу думку, слід звернути уваги на змістові орієнтири навчання. Якщо йдеться мова про навчання учня основам фізики у загальноосвітній школі, то ми обґрунтували описану вище методику у своїх попередніх дослідженнях [1; 3-5]: від орієнтації на еталонні вимоги нижчого рівня на початкових етапах засвоєння навчального матеріалу до орієнтації на еталонні вимоги високого рівня на завершальних етапах. Оцінюючи рівень навчальних досягнень студента відносно учня (який в ході кожного заняття відкриває для себе щось нове), варто відмітити головну перевагу – студент, який приступив до виконання та захисту робіт лабораторного практикуму з методики навчання фізики, безумовно володіє набагато потужнішим та вагомішим рівнем навчальних досягнень. По-перше, з основами шкільного курсу фізики він вже знайомий. По-друге, навчальну дисципліну «Методика навчання фізики» студенти починають вивчати на основі значного обсягу навчального навантаження з теоретичної та загальної фізики та солідної експериментальної підготовки. По-третє, на відміну від школярів, студенти знайомі з основами психології та педагогіки. Це дає підстави стверджувати наступне: якщо планувати в ході виконання лабораторних робіт з методики навчання фізики, здійснення діагностики початкового рівня знань студентів на рівні еталонних вимог нижчого рівня (ЗЗ, РГ, НС) – то це в деякій мірі можна вважати фактично як заниження рівня знань, якими вже має володіти майбутній фахівець. Таким чином, в ході планування змістових орієнтирів навчання доцільно орієнтуватись на еталонні вимоги оптимального рівня – повне володіння знаннями (ПВЗ) та вищого рівня: уміння застосовувати знання (УЗЗ) – властивість раціонального, творчого використання головної ланки навчального матеріалу в нові інформаційні зв’язки; навичка (Н) – властивість автоматичного використання змісту навчального матеріалу в однотипних стандартних ситуаціях діяльності; переконання (П) – властивість світоглядного обґрунтування змісту навчального матеріалу.

Список використаних джерел::

1. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики: Монографія – Кам'янець–Подільський: К-ПДПУ, інформ.–вид. від., 1999. – 174 с. – Бібліогр.: с. 151-167.=1
2. Атаманчук П.С., Ляшенко О.І., Мендерецький В.В., Кух А.М. Методичні основи організації і проведення навчального фізичного експерименту: Навч. посіб. / П.С.Атаманчук, – Кам’янець–Подільський: ПП Буйницький О.А., 2006. – 216 с.=7
3. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В., Ніколаєв О.М. Методичне забезпечення навчального фізичного експерименту (10-й клас): Навчальний посібник: – Кам’янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2007. – 152 с.=3
4. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В., Ніколаєв О.М. Методичне забезпечення навчального фізичного експерименту (11-й клас): Навчальний посібник. – Кам’янець–Подільський: Буйницький О.А., 2008. – 212 с.=5
5. Мендерецький В.В. Модель методичної системи експериментальної підготовки майбутніх учителів фізики // Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Дидактика фізики і підручника фізики (астрономії) в умовах формування європейського простору вищої освіти. – Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський державний університет, редакційно-видавничий відділ, 2007. – Вип. 13. – С. 140-143.
6. Мендерецький В.В. Навчальний експеримент в системі підготовки вчителя фізики: Монографія. – Кам’янець–Подільський: Кам’янець–Поділ. держ. ун–т, ред.–вид. від., 2006. – 256 с.=10
7. Ніколаєв О.М. Освітнє середовище як засіб формування професійних компетенцій майбутнього учителя фізики // Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського національного університету: Серія педагогічна: Інновації в навчанні фізиці та дисциплін технологічної освітньої галузі: міжнародний та вітчизняний досвід. – Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський національний університет, 2008. – Випуск 14. . – С. 82-84.

The article is devoted the analysis of bases of purposefulness of educational physical experiment as one of main factors of preparation of competent specialist. An effective case experimental preparation of future teacher of physics frame is offered.

Key words: *standard requirements, objective control, studies, technology, effectiveness, cognitive task, physics, management, are personality oriented.*

УДК 517.5

В.О.Гнатюк, кандидат фізико – математичних наук, доцент,
Ю.В.Гнатюк, кандидат фізико – математичних наук, доцент,
У.В.Гудима, кандидат фізико – математичних наук, доцент

ОПИС КОНУСА ВНУТРІШНІХ НАПРЯМКІВ ДЛЯ МНОЖИНИ ОДНОЗНАЧНИХ НЕПЕРЕРВНИХ ВІДОБРАЖЕНЬ, ЯКІ Є СЕЛЕКЦІЯМИ НЕПЕРЕРВНОГО ОПУКЛОЗНАЧНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ

Описано конус внутрішніх напрямків для множини однозначних неперервних відображень, які є селекціями неперервного опуклозначного відображення.

Ключові слова: *опуклозначне відображення, конус внутрішніх напрямків, селекції опуклозначного відображення*

Вступ. У статті описано конус внутрішніх напрямків для множини однозначних неперервних відображень, які є селекціями неперервного опуклозначного відображення. Зазначений опис можна використати, зокрема, для встановлення необхідних, достатніх умов та критеріїв екстремального елемента для задач найкращої рівномірної апроксимації неперервного компактнозначного відображення елементами множини неперервних однозначних відображень, які є селекціями неперервного опуклозначного відображення.

Постановка задачі. Нехай S –компакт, X – лінійний над полем дійсних чисел нормований простір, $C\ S,X$ – лінійний над полем дійсних чисел нормований простір однозначних відображень g компакту S в X, неперервних на S, з нормою $\|g\| = \max_{s\in S}\|g\ s\|$, $O\ X$ – сукупність опуклих замкнутих множин простору X, $C\ S,O\ X$ — множина багатозначних відображень b компакту S в $O\ X$ таких, що для кожного $s\in S$ $b\ s = O_s \in O\ X$ і вони неперервні на S відносно метрики Хаусдорфа на $O\ X$, $b\in C\ S,O\ X$, $D=\ g : g\in C\ S,X\ ,\ g\ s\ \in b\ s\ ,\ s\in S$ — множина селекцій відображення b.

Будемо позначати далі через X^* простір, спряжений з X ,через $\operatorname{int} M$ — внутрішність, через ∂M – межу множини M топологічного простору, а через $\Gamma\ M,x_0$ будемо позначати конус внутрішніх напрямків для множини M лінійного нормованого простору з точки x_0 цього простору (див., наприклад, [1,с.12,13]).

Розглянемо задачу про опис конуса $\Gamma\ D,g^*$.

Актуальність теми. Як відомо (див., наприклад, [1]), техніка конусів допустимих напрямків успішно використовується при дослідженні екстремальних задач теорії апроксимації та оптимізації. У зв'язку з цих виникає необхідність в описах конусів допустимих напрямків для самих різних множин. Зокрема, важливий клас екстремальних задач теорії рівномірної апроксимації утворюють задачі, в яких апроксимуючою множиною виступає множина однозначних неперервних відображень (див., наприклад, [2-4]). У випадку, коли ці відображення є селекціями опуклозначного відображення, виникає питання про опис конуса $\Gamma(D,g^*)$. Відповідний опис отримано в розглядуваній роботі.

Результати загального характеру, які отримані в роботі, становлять самостійний інтерес, а також слугуватимуть відправним пунктом для розв'язання питань характеризації екстремальних елементів для задач найкращої рівномірної апроксимації елементами множини однозначних відображень, які, зокрема, є селекціями опуклозначного відображення.

Мета роботи. Отримати опис конуса внутрішніх напрямів множини неперервних селекцій неперервного опуклозначного відображення.

Допоміжні твердження.

Лема 1. *Множини* D, $D_s = \{g : g \in C(S,X),\ g(s) \in b(s)\}$, $s \in S$, *є опуклими множинами простору* $C(S,X)$.

Лема 2. *Для будь-якого* $s \in S$ $\operatorname{int} D_s = \{g : g \in C(S,X),\ g(s) \in \operatorname{int} b(s)\}$.

Лема 3. *Нехай* $s_0 \in S, x_0 \in \operatorname{int} b(s_0)$. *Тоді існують окіл* $V(s_0)$ *точки* s_0 $(V(s_0) \subset S)$ *та окіл* $O(x_0)$ *точки* x_0 $(O(x_0) \subset X)$ *такі, що* $O(x_0) \subset b(s)$ *для всіх* $s \in V(s_0)$.

Лема 4. *Нехай* $g \in C(S,X)$, $s_0 \in S$, $g(s_0) \in \operatorname{int} b(s_0)$. *Тоді існує окіл* $V(s_0)$ *точки* s_0 $(V(s_0) \subset S)$ *такий, що* $g(s) \in \operatorname{int} b(s)$ *для всіх* $s \in V(s_0)$.

Лема 5. *Нехай* $g_0 \in C(S,X)$. *Для того щоб* $g_0 \in \operatorname{int} D$, *необхідно і достатньо, щоб* $g_0(s) \in \operatorname{int} b(s)$, $s \in S$.

Лема 6. *Якщо* $f \in X^*, f \neq 0, c \in R, A \subset X$, $x_0 \in \operatorname{int} A$ *і* $f(x) \leq c$ *для всіх* $x \in A$, *то* $f(x_0) < c$.

Лема 7. *Якщо* M *є опуклою множиною простору* X, $\operatorname{int} M \neq \varnothing$, $x_0 \in \partial M$, *то*

$\Gamma(M,x_0) = \{x : x \in X,\ f(x) < 0,\ f \in N(M,x_0)\}$, *де* $N(M,x_0)$ *- множина опорних функціоналів множини* M *в точці* x_0.

Лема 8. *Нехай* $g^* \in C(S,X)$, $g^*(s) \in b(s)$, $s \in S$, *і* $F(g^*) = \{s : s \in S, g^*(s) \in \partial b(s)\}$. *Множина* $F(g^*)$ *є замкнутою підмножиною* S.

Основні результати.

Теорема 1. *Нехай* $g^* \in D$ *і, крім того,* $F(g^*) = \{s : s \in S,\ g^*(s) \in \partial b(s)\} \neq \varnothing$. *Має місце рівність*

$$\Gamma(D,g^*) = \{g : g \in C(S,X),\ f(g(s)) < 0, s \in F(g^*), f \in N(b(s), g^*(s))\}.$$

Доведення. Маємо, що $D = \{g : g \in C(S,X),\ g(s) \in b(s), s \in S\}$. Позначимо, як і вище, для $s \in S$ $D_s = \{ g : g \in C(S,X), g(s) \in b(s) \}$.

Зрозуміло, що $D = \bigcap_{s\in S} D_s$. Тому внаслідок твердження 1.2.2 [1,с.14],

$$\Gamma(D,g^*) \subset \bigcap_{s\in S} \Gamma(D_s,g^*) \subset \bigcap_{s\in F(g^*)} \Gamma(D_s,g^*). \quad (1)$$

Нехай $s \in S \setminus F(g^*)$. Тоді $g^*(s) \in \operatorname{int} b(s)$. Згідно з лемою 2 $g^* \in \operatorname{int} D_s$. Тому $\Gamma(D_s,g^*) = C(S,X)$ (див., наприклад, [1,с.14]).

Тоді $\bigcap_{s\in S} \Gamma(D_s,g^*) = \bigcap_{s\in F(g^*)} \Gamma(D_s,g^*)$.

Звідси та із співвідношення (1) випливає , що

$$\Gamma(D,g^*) \subset \bigcap_{s\in S} \Gamma(D_s,g^*) = \bigcap_{s\in F(g^*)} \Gamma(D_s,g^*). \quad (2)$$

Нехай $g \in \bigcap_{s\in S} \Gamma(D_s,g^*)$. Тоді для будь– якого $s \in S$ знайдеться таке число $\lambda_s > 0$, що $g^* + \lambda_s g \in \operatorname{int} D_s$ (див., наприклад, [1,с.19]).

Згідно з лемою 2 $g^*(s) + \lambda_s g(s) \in \operatorname{int} b(s)$.

З урахуванням леми 4 звідси робимо висновок, що існує окіл $V(s)$ точки s компакту S такий, що $g^*(s') + \lambda_s g(s') \in \operatorname{int} b(s')$ для всіх $s' \in V(s)$. Оскільки $g^*(s') \in b(s')$, $s' \in S$, $g^*(s') + \lambda_s g(s') \in \operatorname{int} b(s')$, $s' \in V(s)$, то $\alpha(g^*(s') + \lambda_s g(s')) + (1-\alpha) g^*(s') = g^*(s') + \alpha\lambda_s g(s') \in \operatorname{int} b(s')$ для всіх $\alpha \in (0,1)$ (див., наприклад, [1,с.18]).

Звідси випливає, що

$$g^*(s') + \lambda g(s') \in \operatorname{int} b(s'),\ \lambda \in (0,\lambda_s),\ s' \in V(s).$$

Оскільки S –компакт і $\bigcup_{s\in S} V(s) = S$, то існують точки $s_1,...,s_k$ із S такі, що $\bigcup_{i=1}^{k} V(s_i) = S$. Покладемо $\overline{\lambda} = \min_{1\le i\le k} \lambda_{s_i}$. Тоді для будь – якого $s \in S$ існує таке $i_s \in \{1,2,...,k\}$, що $s \in V(s_{i_s})$. Тому $g^*(s) + \overline{\lambda} g(s) \in \operatorname{int} b(s)$, оскільки співвідношення $g^*(s) + \lambda g(s) \in \operatorname{int} b(s_{i_s})$ має місце для всіх $s \in V(s_{i_s})$, $\lambda \in (0,\lambda_{i_s}]$ та $\overline{\lambda} \in (0,\lambda_{i_s}]$.

Згідно з лемою 5 $g^* + \overline{\lambda} g \in \operatorname{int} D$. Внаслідок опуклості множини D (див. лему 1) та теореми 1.3.4 [1,с.19] робимо висновок, що $g \in \Gamma(D,g^*)$. Отже , для будь – якого $g \in \bigcap_{s\in F(g^*)} \Gamma(D_s,g^*)$ маємо, що $g \in \Gamma(D,g^*)$.

Тому $\bigcap_{s\in F\ \ g^*} \Gamma\ \ D_s, g^* \ \ \subset \Gamma\ \ D, g^*$. З урахуванням співвідношення (2) звідси робимо висновок, що

$$\Gamma\ \ D, g^* \ \ = \bigcap_{s\in S} \Gamma\ \ D_s, g^* \ \ = \bigcap_{s\in F\ \ g^*} \Gamma\ \ D_s, g^* \ \ . \qquad (3)$$

Переконаємось, що

$$\bigcap_{s\in F\ \ g^*} \Gamma\ \ D_s, g^* \ \ = \ \ g : g \in C\ \ S, X\ \ , \exists\lambda > 0, g^*\ \ s\ \ + \lambda g\ \ s\ \ \in \operatorname{int} b\ \ s\ \ , s \in F\ \ g^* \ \ . \qquad (4)$$

Нехай $g \in \bigcap_{s\in F\ \ g^*} \Gamma\ \ D_s, g^*$. Тоді $g \in \bigcap_{s\in S} \Gamma\ \ D_s, g^*$.

Вище було встановлено, що існує $\overline{\lambda} > 0$ таке, що $g^*\ \ s\ \ + \overline{\lambda} g\ \ s\ \ \in \operatorname{int} b\ \ s$ для всіх $s \in S$. Тому

$$\bigcap_{s\in F\ \ g^*} \Gamma\ \ D_s, g^* \ \ \subset\ \ g : g \in C\ \ S, X\ \ , \exists\lambda > 0,\ \ g^*\ \ s\ \ + \lambda g\ \ s\ \ \in \operatorname{int} b\ \ s\ \ , s \in F\ \ g^* \ \ . \qquad (5)$$

Навпаки, нехай $g \in\ \ g : g \in C\ \ S, X\ \ , \exists\lambda > 0,\ \ g^*\ \ s\ \ + \lambda g\ \ s\ \ \in \operatorname{int} b\ \ s\ \ , s \in F\ \ g^*$.

Згідно з лемою 2 $g^* + \lambda g \in \operatorname{int} D_s$ для всіх $s \in F\ \ g^*$. Оскільки $D_s, s \in F\ \ g^*$, є опуклою множиною (див. лему 1), то $g \in \Gamma\ \ D_s, g^*$ для всіх $s \in F\ \ g^*$ (див., наприклад, теорему 1.3.4. [1,с.19]). Тому $g \in \bigcap_{s\in F\ \ g^*} \Gamma\ \ D_s, g^*$. Звідси випливає, що

$$g : g \in C\ \ S, X\ \ , \exists\lambda > 0,\ \ g^*\ \ s\ \ + \lambda g\ \ s\ \ \in \operatorname{int} b\ \ s\ \ , s \in F\ \ g^* \ \ \subset \bigcap_{s\in F\ \ g^*} \Gamma\ \ D_s, g^* \ \ .$$

(6)

З (5), (6) робимо висновок, що має місце рівність (4). З рівностей (3) та (4) випливає справедливість рівності

$$\Gamma\ \ D, g^* \ \ = \ \ g : g \in C\ \ S, X\ \ , \exists\lambda > 0,\ \ g^*\ \ s\ \ + \lambda g\ \ s\ \ \in \operatorname{int} b\ \ s\ \ , s \in F\ \ g^* \ \ . \qquad (7)$$

Нехай тепер $g \in \Gamma\ \ D, g^*$, $s \in F\ \ g^*$, $f \in N\ \ b\ \ s\ \ , g^*\ \ s$.

Тоді $f\ \ x\ \ \le f\ \ g^*\ \ s$ для всіх $x \in b\ \ s$. Оскільки $g \in \Gamma\ \ D, g^*$, то внаслідок (7) існує $\lambda > 0$ таке, що

$$g^*\ \ s\ \ + \lambda g\ \ s\ \ \in \operatorname{int} b\ \ s\ \ , s \in F\ \ g^* \ \ .$$

Звідси (див. лему 6) $f\ \ g^*\ \ s\ \ + \lambda g\ \ s\ \ < f\ \ g^*\ \ s$. Тому $f\ \ g\ \ s\ \ < 0$.

Отже,

$$\Gamma\ \ D, g^* \ \ \subset\ \ g : g \in C\ \ S, X\ \ ,\ \ f\ \ g\ \ s\ \ < 0, s \in F\ \ g^*\ \ , f \in N\ \ b\ \ s\ \ , g^*\ \ s\ \ . \qquad (8)$$

Нехай тепер

$$g \in\ \ g : g \in C\ \ S, X\ \ ,\ \ f\ \ g\ \ s\ \ < 0, s \in F\ \ g^*\ \ , f \in N\ \ b\ \ s\ \ , g^*\ \ s\ \ .$$

Переконаємось, що $g \in \Gamma\ \ D, g^*$. Згідно з лемою 7 $g\ \ s\ \ \in \Gamma\ \ b\ \ s\ \ , g^*\ \ s$,

$s \in F(g^*)$. Тоді для кожного $s \in F(g^*)$ існує $\lambda_s > 0$ таке, що $g^*(s) + \lambda_s g(s) \in \operatorname{int} b(s)$. Згідно з лемою 4 існує окіл $V(s)$ точки s в S такий, що

$$g^*(s') + \lambda_s g(s') \in \operatorname{int} b(s') \text{ для всіх } s' \in V(s).$$

Оскільки $g^*(s') \in b(s')$, $g^*(s') + \lambda_s g(s') \in \operatorname{int} b(s')$, $s' \in V(s)$, то внаслідок опуклості множин $b(s)$, $s \in S$,

$$\alpha\left(g^*(s') + \lambda_s g(s')\right) + (1-\alpha) g^*(s') = g^*(s') + \alpha\lambda_s g(s') \in \operatorname{int} b(s')$$

для всіх $\alpha \in (0,1)$, $s' \in V(s)$ (див., наприклад, [1,с.18]).

Звідси випливає, що

$$g^*(s') + \lambda g(s') \in \operatorname{int} b(s'),\ s' \in V(s),\ \lambda \in (0, \lambda_s). \tag{9}$$

Оскільки $F(g^*)$ є компактом (див. лему 8) і $\bigcup_{s \in F(g^*)} V(s) \supset F(g^*)$, то існують точки $s_1, s_2, ..., s_p$ із $F(g^*)$, для яких $\bigcup_{i=1}^{p} V(s_i) \supset F(g^*)$. Покладемо $\bar{\lambda} = \min_{1 \le i \le p} \lambda_{s_i}$. Тоді згідно з (9)

$$g^*(s') + \bar{\lambda} g(s') \in \operatorname{int} b(s'),\ s' \in V(s_i),\ i = 1,2,...,p. \tag{10}$$

Нехай тепер $s \in F(g^*)$. Оскільки $F(g^*) \subset \bigcup_{i=1}^{p} V(s_i)$, то існує $i_s \in \{1,...,p\}$, що $s \in V(s_{i_s})$.

Тоді згідно з (10) $g^*(s) + \bar{\lambda} g(s) \in \operatorname{int} b(s)$. Оскільки $s \in F(g^*)$ вибрано з $F(g^*)$ довільно, то $g^*(s) + \bar{\lambda} g(s) \in \operatorname{int} b(s)$ для всіх $s \in F(g^*)$.

Звідси та рівності (7) випливає, що

$$\{g : g \in C(S,X),\ f(g(s)) < 0,\ s \in F(g^*),\ f \in N(b(s), g^*(s))\} \subset \Gamma(D, g^*),$$

що разом з (8) дозволяє зробити висновок про справедливість рівності, про яку мова йде в теоремі.

Теорему доведено.

Висновки. Отримано опис конуса внутрішніх напрямків для множини неперервних селекцій опукозначного неперервного відображення.

Список використаних джерел:

1. Лоран П. – Ж. Аппроксимация и оптимизация/ П. – Ж. Лоран.– М.: Мир, 1975. – 496 с.
2. Зуховицкий С.И. О приближении абстрактных функций / С.И. Зуховицкий, С.Б. Стечкин– Успехи мат. наук. – 1957. – 12. №1(73). – С.187– 191.
3. Смирнов Г.С. О критерии элемента наилучшего приближения абстрактной функции со значениями в банаховом пространстве/ Г.С. Смирнов– Киев, 1973. – 20с. – (Препринт/АН УССР. Ин– т математики; ин– 73– 8).
4. Гудима У. В. Найкраща рівномірна апроксимація неперервного компактнозначного відображення множинами неперервних однозначних відображень / У. В. Гудима. – Укр. мат. журн. – 2005. – 57, №12. – С.1601– 1619.

In the article there established the presenting cone of the internal direction of set continuous single– valued maps, which there is selections of convex-valued continuous map.

Key words: *the convex – valued maps, cone of the internal direction, selections of convex– valued map.*

УДК 378.147

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

САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ ЯК ЗАСІБ БЕЗПЕРЕРВНОЇ САМООСВІТИ ТА САМОРОЗВИТКУ

Стаття присвячена проблемі формування готовності студента до самостійної навчально-пізнавальної діяльності. Основними напрямами підвищення якості самостійної роботи студентів визначено активізацію, інтенсифікацію, рівневу диференціацію, розширення її змісту та організації.

Ключові слова: *самостійна робота; самостійна діяльність; рівні самостійної роботи студента; самоуправління; самоосвіта.*

Інновації в системі освіти породжують прагнення розширювати об'єми інформації, збільшувати тривалість навчання, що приводить до необхідності її подальшого удосконалення. Метою сучасної освіти є її подальший розвиток на основі створення умов для формування професійної, компетентної, соціально активної, творчої та самостійної особистості фахівця.

Можемо констатувати, що сучасний стан підготовки фахівців, зокрема майбутніх вчителів фізики, диктує необхідність пошуку нових шляхів підвищення якості їхньої теоретичної підготовки, готовності до самостійної творчої праці, а головне – засобів і методів підготовки випускника вузу до практичної професійної діяльності. Самостійність в навчанні і безперервність самоосвіти обов'язкова для студентів, оскільки, не маючи попередніх теоретичних і практичних навичок, молоді фахівці вимушені будуть діяти методом проб і помилок.

Суттєвим недоліком сучасної вищої освіти є низька активність діяльності студента. У процесі формування пізнавальної самостійності студента, головну роль відіграє його власна перетворювальна діяльність щодо предмету пізнання. Так, П.І.Підкасистий розрізняє **самостійну роботу** та **самостійну діяльність субєкта навчання** [3]. Самостійну роботу вчений розуміє як дидактичний засіб навчання, штучну педагогічну конструкцію, за допомогою якої педагог організує діяльність. Зовнішньо самостійна робота як засіб навчання виступає у вигляді різноманітних завдань; внутрішньо вона виражається через пізнавальне або практичне завдання, яке в навчанні виступає своєрідним імпульсом для початку розумової діяльності суб'єкта навчання.

У педагогіці вищої школи **самостійна робота** студентів розглядається як специфічна форма навчальної діяльності, що є наслідком спеціально організованої навчальної діяльності студентів під час аудиторних заняттях. Вважаємо, що таке визначення недосить чітке, оскільки самостійна робота повинна розглядатися як складова частина діяльності, тобто має відповідну мотивацію, мету, предмет, умови і механізми здійснення. Коли самостійна робота студента займає значну питому вагу його підготовки, то при правильній її організації він може навчитися аналізувати проблемні ситуації, проблеми, формулювати завдання, знаходити і обґрунтовувати шляхи їх вирішення, реалізовувати їх, перевіряти правильність отриманих результатів.

Якщо узагальнити різні підходи до визначення самостійної роботи, то під нею будемо розуміти таку роботу, яка виконується без безпосередньої участі педагога, але з виконання його завдання у спеціально відведений для цього час, причому суб'єкти навчання свідомо прагнуть досягнути поставленої в завданні мети, проявляючи свої зусилля та виражаючи, в тій чи іншій формі, результати своїх розумових або фізичних (або тих та інших) дій [1- 4; 8].

Самостійна діяльність визначається [3] як цілеспрямований процес, який організується та виконується у структурі навчання для розширення конкретних навчально-пізнавальних завдань. Самостійну діяльність студентів з одного боку можна розглядати як невід'ємний компонент обов'язкових для відвідування лекційних, практичних та лабораторних занять. З іншого боку самостійну діяльність можна застосовувати у рамках позааудиторної роботи студентів, яка включає: ведення конспекту лекцій; роботу зі сприйняття та осмислення навчального матеріалу на лекціях; опрацювання лекцій; опрацювання навчально-методичної літератури (посібники, поради і рекомендації, періодичні видання); опрацювання навчальної інформації та переведення її на рівень знань; закріплення знань на практиці; виконання вправ та різноманітних додаткових завдань; підготовка виступів, рефератів, доповідей; розв’язування задач, підготовка та виконання лабораторних робіт; підготовка до практичних та семінарських занять тощо. Ці елементи є складовими різних форм і методів навчання і поступово ускладнюються у відповідності до прогресу студента в навчанні. Якщо на першому курсі, в І-му семестрі, зазвичай, домінує робота з формування навичок конспектування, роботи з першоджерелами, то у другому семестрі самостійна робота ускладнюється і представлена у вигляді практичних занять, написання рефератів, доповідей, підготовці індивідуальних наукових завдань.

Проблемі самостійної роботи з фізики у вищій школі присвячено багато робіт сучасних науковців [1; 4; 5; 6; 7; 9]. Зокрема, пізнавальнку самостійність студентів рекомендуємо формувати в ході управління навчанням на основі чітко визначених орієнтирів. Вищим результатом такої схеми навчання є поступовий його перехід в план саморегульованого протікання [1].

Враховуючи роль викладача в організації самостійної діяльності, очевидним є і те, що неможливо будувати її організацію без врахування потреб студентів. Дослідження останніх років показують, що досить багато студентів не задоволені обставинами організації самостійної роботи, її результатами, зворотним зв'язком з викладачами, контролем. Студенти відзначають такі позитивні моменти в організації самостійної роботи: надання їм можливості творчої самореалізації; можливості пізнання нового як отримання додаткових знань; розвиток культури мислення та мовлення; чітке означення рівнів глибини і повноти засвоєння матеріалу; розвиток індивідуальних якостей особистості; вироблення своєї точки зору з питань, що вивчаються, а також можливість для спілкування поміж собою в процесі навчання. Разом з цим існує ряд перешкод, які виникають у студентів в процесі самостійної роботи, такі як: відсутність здатності самостійно працювати; низький рівень базових знань з фізики, набутих в школі; нездатність пов'язувати теоретичні знання з практикою; нездатність працювати поза алгоритмом.

Організація самостійної навчально-пізнавальної діяльності майбутнього фахівця обумовлюється рядом досить складних педагогічних проблем, серед яких:

- відсутність чітких методик щодо формування навичок самостійної роботи;
- невизначеність реального бюджету часу студентів і його раціонального використання;
- невизначення шляху оптимального поєднання навчальної, пізнавальної і наукової роботи студентів в цілісному навчальному процесі вищої школи;
- відсутність диференціації характеру самостійної роботи студентів;
- не завжди простежується цільова практична функція окремої дисципліни, що вивчається;
- несистематичне використання активних методів навчання організації самостійної діяльності студента;
- відсутність належної допомагати студенту у виборі професійних орієнтирів;
- мало уваги приділяється розвитку навичок творчості, пізнавальної активності, самостійності і системності мислення для успішного розв'язання життєвих і професійних задач, з якими неминуче зіткнуться молоді фахівці.

Одним з шляхів подолання недоліків організації самостійної роботи студентів вважаємо її активізацію та інтенсифікацію, які передбачають не тільки використання засобів активізації діяльності, але і розв'язання усіх питань, що стосуються підвищення якості і ефективності самостійної роботи. Виходячи з сказаного, самостійна робота повинна розглядатися як поняття трьох рівнів: **репродуктивна, продуктивна і творча робота**. За специфікою планування та постановкою мети під час самостійної діяльності студентів у процесі навчання, теж можна виділити наступні **рівні**:

1) постановка мети та планування діяльності студента самим викладачем;

2) постановка мети відбувається при допомозі викладача, планування роботи здійснюється студентом самостійно;

3) постановка мети та планування здійснюється студентом самостійно в межах поставленого викладачем завдання;

4) робота виконується студентом за власною ініціативою: без допомоги збоку студент сам визначає зміст, мету, план роботи та самостійно її виконує.

Переведення самостійної роботи студентів на творчий рівень передбачає завдання пізнавально-пошукового характеру, які б викликали пізнавальний інтерес, вели до певних інтелектуальних ускладнень, створюючи умови для активного і самостійного засвоєння нових знань.

Якісно підвищити рівень самостійної активності студентів, як видно з досвіду [1; 4; 5; 6] можуть наступні напрямки спільної роботи викладача і студента:

1. **Подолання організаційних проблем.** (Постановка викладачем перед студентом чітких завдань і одночасне усвідомлення студентом результату роботи, який від нього очікується; навчання студента складати план та програму дій; навчання студента прийомів пошуку, обробки і використання інформації; навчання студента вдалому розподілу та раціональній організації часу і т.п.).

2. **Здійснення диференційованого підходу за відповідними схемами [1].** (Врахування викладачем рівня підготовки, рівня мотивації студента до навчальної діяльності з фізики; розробка викладачем цільових орієнтирів засвоєння пізнавальних задач та особистісно прийнятна мета діяльності студента).

3. Систематичний контроль за самостійною діяльністю студентів. (Оперативний, поточний, підсумковий контроль, що здійснюється викладачем, самоконтроль студента – вища форма контролю самостійної роботи).

4. Чітке розуміння студентами контрольно-оцінної діяльності викладача. (В умовах роботи за модульно-рейтинговою системою оцінювання для студента має бути розкрита вся суть контрольно-оцінної діяльності викладача, роз’яснено критерії оцінюванння різних видів самостійної роботи).

5. **Для підвищення мотивації студентів до самостійної роботи необхідно збагатити сам її зміст.** (У кожному виді самостійної роботи має бути пошукове завдання, яке б стимулювало пошукові дії студента: розробити конспекти нестандартних уроків з фізики; виготовити пакети наочностей, дидактичних матеріалів; створити цікаві презентації з елементами моделювання; розробити комп’ютерні програми для тестування школярів, які можна буде використати під час активної педагогічної практики на уроках фізики. Доцільно також попередньо здійснити поділ завдань на перспективні, які потребують значного часу на їх виконання, і поточні, які можна виконати досить швидко).

Таким чином, розглядаючи особливості, які визначають самостійну роботу студентів, її зміст не можемо зводити до діяльності, яка, головним чином, відбувається без безпосереднього керівництва зі сторони викладача. В системі розвиваючого навчання такий підхід до визначення самостійної роботи не може бути задовільним, оскільки він виходить лише з форми організації навчального процесу, а не його сутнісної сторони. Самостійна робота студента не вичерпується лише фактом відсутності викладача, чи навіть здатністю виконати певні завдання без допомоги викладача. Вона включає більш суттєву здатність: без будь-якої допомоги, свідомо ставити перед собою ті або інші задачі, цілі, планувати свою діяльність і здійснювати її. Ідеальним результатом такої схеми є переведення навчання студента в свідомий саморегульований процес. Саме такий підхід до розуміння самостійної роботи в процесі навчання дає право відносити його до системи розвиваючого навчання.

Самостійна робота студентів відіграє вирішальну роль у формуванні їх як майбутніх фахівців. Як засіб організації навчання та наукового пізнання студентів, вона має виступати у подвійній якості: як об'єкт діяльності студента (завдання, яке він повинен виконати) та як форма прояву ним того чи іншого способу діяльності (виконання завдання з метою безпосереднього отримання нових чи поглиблення існуючих знань). Тому самостійну роботу студентів слід організовувати так, щоб у них виникали мотиви, котрі б спонукали до самостійного поглиблення і розширення отриманих знань, сприяли активізації і розвитку мислення, інтелектуального потенціалу студентів, і як наслідок забезпечували б освоєння професійної діяльності із застосування знань. При цьому критерієм ефективності створюваних педагогічних умов професійної підготовки є рівень самостійності студента. В результаті такого підходу формується здатність студента до свідомої регуляції особистої активності, самоуправління діяльністю, саморозвитку та самоосвіти.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики. – Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський державний педагогічний університет, інформаційно-видавн. відділ, 1999. – 174 с.
2. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник. – К.: Либідь, 1997. – 376 с.
3. Пидкасистый П.И. Организация учебно-познавательной деятельности студентов Учебное пособие.- М.: Педагогическое общество России, 2004. – 112 с.
4. Сергєєв О.В. Мотивоване управління самостійною діяльністю студентів // Наукові записки. – Серія: Пед. науки. – Вип. 42. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім.В. Винниченка . – 2002. – С.198-202.
5. Іваницький О.І. Методичні засади підготовки майбутнього вчителя фізики до використання сучасних технологій навчання. Монографія. Запоріжжя: Прем’єр, 2001. – С.100-120.
6. Касперський А.В., Кучменко О.М. Модульна технологія навчання як засіб активізації самостійної роботи студентів у педагогічному університеті //Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. – Випуск 55 – Кіровоград: РВВ КДПУ ім..В. Винниченка . – 2004 – С.259-263.
7. Мелінхович О.І. Шарко В.Д. Формування вміння самостійно працювати з інформацією – нове завдання сучасної освіти // Пошук молодих. Вип. 3. Зб. матеріалів Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції «Управління якістю навчання в умовах рівневої та профільної диференціації». – Херсон: Видавництво ХДУ, 2004. – С 71-73.
8. Петров А.В. и др. Самостоятельная познавательная деятельность в системе развивающего обучения / Петров А.В., Петрова О.В., Цулая Л.В. // Наука, культура, образование. - № 8/9. – 2001. – С. 150-154.
9. Оленюк І.В. Організація самостійної роботи студентів в умовах особистісно орієнтованого навчання // Зб. наукових праць Кам’янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна. – Кам.-Подільський університет. КПДУ, інформ.-вид. відділ, 2003. – Вип 9. – С.35.

The concept of independent work and independent activity of students is delimited in the article. By basic directions of upgrading independent work of students certainly activation, intensification, level differentiation, improvement of its maintenance and organizations.

Key words: *independent work; independent activity; levels of independent work of student; self-education.*

УДК 378.14

Р.В.Семенишена, аспірантка кафедри методики викладання фізики і дисциплін технологічної освітньої галузі

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ НАУКОВОГО СВІТОГЛЯДУ, ЯК НЕОБХІДНОГО ЕЛЕМЕНТУ ПРОГНОЗУВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ СТАРШОКЛАСНИКА

У статті висвітлено поняття світогляду. Розглянуто основні чинники формування в учнів наукового світогляду, як необхідного елемента розвитку особистості учня старшої школи.

***Ключові слова:** світогляд, компоненти світогляду, науковий світогляд.*

Для наукового світогляду характерне правильне розуміння минулого і сучасного світу. Наукова картина світу — це система уявлень про найзагальніші закони будови й розвитку Всесвіту та його окремих частин. Вона певною мірою стає елементом світогляду кожної людини, адже кожен хоче скласти певне уявлення про те, «звідки взявся світ», «як з'явилося життя на Землі». На основі наукових даних про тенденції розвитку явищ природи можна передбачати їх у майбутньому (так, астрономи визначають наступне затемнення Сонця). Науковий світогляд виявляється у поведінці людини і визначається оптимальним засвоєнням понять, законів, теорій, готовністю обстоювати свої ідеали, погляди, переконаністю у щоденній поведінці та діяльності. Наголошуючи на визначальній ролі світогляду в поведінці людини, В.Сухомлинський писав: «Переконання — це не лише усвідомлення людиною істинності світоглядних та моральних понять, а й особиста її готовність діяти відповідно до цих правил і понять. Переконаність ми спостерігаємо тоді, коли діяльність людини мотивується світоглядом, коли істинність того чи іншого поняття не тільки не викликає в людини сумнівів, а й формує її суб'єктивний стан, її особисте ставлення до істини»1. Великі можливості формування наукового світогляду закладено в навчальному процесі. Кожна наука вивчає закономірності явищ певної галузі об'єктивного світу і, відповідно, кожний навчальний предмет робить свій внесок у формування наукового світогляду учнів. Предмети природничого циклу сприяють формуванню системи понять про явища і процеси природи, про її закономірності, виховують активне перетворювальне ставлення до природи.

Оскільки світогляд є системою наукових, політичних, філософських, правових, естетичних, моральних понять, поглядів і переконань, що визначають ставлення людини до навколишнього середовища й до самої себе, то кожен навчальний предмет — складова єдиного цілого у його формуванні. Вчитель може успішно формувати світогляд учнів лише за умови, що він добре знає не лише свій предмет, а й суміжні навчальні дисципліни і здійснює в процесі навчання міжпредметні зв'язки. Це дає змогу розкрити наукову картину світу, показати його єдність. Адже сформувати науковий світогляд учнів у цілому засобами лише одного навчального предмета неможливо. У процесі вивчення дисциплін природничого циклу розкривають природничо - наукову картину світу, суспільні науки показують закономірності суспільного розвитку, під час трудового і виробничого навчання учні знайомляться з розвитком економіки і виробничих відносин та ін. Засвоєння сукупності всіх цих предметів сприяє формуванню цілісного наукового світогляду. Перетворення знань на світоглядні погляди і переконання тісно пов'язане з формуванням в учнів системи ставлень до навколишнього середовища й до себе. Правильне ставлення до них формується в ситуаціях, коли індивід діє певним чином. Тому в процесі формування світогляду створюють умови, в яких учень міг би виявити своє ставлення до подій, явищ, про які йдеться, не побоявся дати їм принципову оцінку, висловити свою думку. Це сприяє формуванню єдності слова і діла, світогляду й поведінки, активної життєвої позиції.

У формуванні світогляду важливо використати філософський зміст, традиції, звичаї та обряди народного календаря як джерела глибокого осмислення учнями екологічних, моральних та естетичних проблем. У народному розумінні неоціненне виховне значення мають народні філософські ідеї про безмежність світу, вічність життя та його постійне оновлення, циклічність природних явищ (сонце як джерело життя, земля як годувальниця всього живого та ін.). Відповідну роль у формуванні наукового світогляду учнів відіграє позакласна виховна робота. Виховні заходи збагачують їх світоглядними поняттями, уявленнями, ідеями, теоріями, сприяючи формуванню поглядів і переконань. З метою зміцнення світоглядницьких поглядів і переконань дітей доцільно залучати до видів діяльності, які сприяють поєднанню їх свідомості та почуттів з поведінкою, зокрема до учнівського самоврядування та ін. Участь в активній поза навчальній діяльності дає змогу виявляти і відповідно коригувати помилкові світоглядні погляди і переконання, відхилення від норм поведінки. Одним із провідних завдань виховання базової культури особистості є формування світогляду школярів. Існує ряд формулювань поняття світогляду.

1) Світогляд - це система поглядів людини (філософських, соціально-політичних, правових, моральних, естетичних) на навколишній світ (явища природи, суспільні процеси, свідомість людей), своє місце в ньому.

2) Світогляд є духовним середовищем людини, її "внутрішнім Я" [1].

Осмислюючи свою суб'єктивність і навколишній світ, людина завдяки світогляду починає усвідомлювати себе здатною до його інтелектуального і практичного засвоєння, формуватися як людська індивідуальність. Водночас світогляд є фактором самосвідомості епохи, складовою культури і тому - необхідним фундаментом освіти. У цьому розумінні формування світогляду - одна з найвищих цілей освіти. У ст. 6 Закону "Про освіту" підкреслено, що одним із основних принципів освіти є "науковий, світський характер", "інтеграція з наукою і виробництвом".

Основними засобами формування світогляду учнів є процес навчання, позакласна діяльність, самостійна робота. Засвоєння світоглядних аспектів знання забезпечується відбором змісту, методами викладання, виділенням фундаментальних ідей у кожній галузі знань і діяльності, міжпредметними зв'язками, створенням інтегрованих курсів. Формування світогляду залежить від впливу на інтелект, емоції, волю особистості, від її активної практичної діяльності.

Інтелектуальний компонент світогляду передбачає рух від безпосереднього, чуттєвого відображення дійсності до понятійного, абстрактного мислення, а потім - повернення, сходження від абстрактного до конкретного. Останній забезпечує не просте нанизування абстракцій одна на одну, а створює синтез, який сприяє подальшому заглибленню в суть явищ матеріального світу у всіх їх причинних зв'язках і опосередкованостях. Результатом аналітико-синтетичної діяльності є поняття, ідеї, теорії. У них містяться і знання, і способи діяльності. Це вимагає використовувати для розвитку учнів єдність знань і умінь мислити та діяти. Для того, щоб знання переросли у переконання особистості, вони повинні проникнути у сферу її почуттів і переживань.

Емоційний компонент світогляду спонукає вчителя звертатися до особистого досвіду учнів, життєвих ситуацій, творів літератури й мистецтва і под., щоб створити і підтримати сприятливий соціально-психологічний фон для формування переконань. Погляди і переконання формуються у спілкуванні та власній практичній діяльності школярів.

Практично-дійовий компонент світогляду передбачає включення учнів у досить широку сферу практичних дій: трудову, громадську, художню, технічну та інші види діяльності, в широке коло соціальних відносин, озброєння різнобічною інформацією, досвідом спілкування.

Склад наукового світогляду, його компоненти беруть свій початок і зрозуміння його як узагальненої системи поглядів, переконань і ідеалів, у яких людина висловлює своє ставлення до навколишньої природи й соціального середовища. «Погляди виражають певну точку зору на суть найважливіших явищ природи, громадського життя, людського пізнання. Переконання — виший ступінь усвідомлення навколишнього світу, впевненість людини у правильності своїх поглядів» [3].

Формуванню в учнів наукового світогляду сприяє наступність у навчанні та здійснення міжпредметних зв'язків. Ці педагогічні умови дозволяють побачити одне й те ж явище з різних точок зору, одержати про нього цілісне уявлення. Особливо великого значення у світоглядному плані мають такі міжпредметні взаємодії, які дозволяють учням всебічно охопити всі властивості і зв'язки об'єктів, які вивчаються. Отже, виходячи з описаного можна стверджувати, що основи світоглядних знань закладаються в школі, і певним чином впливають на розвиток особистості. Важливу роль у цій системі відіграють знання про природу і суспільство; ціннісні орієнтації, ідеали, переконання; вмотивованість діяльності, соціальна компетентність; розуміння сутності філософських категорій: матерії, взаємозв’язку, руху тощо.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Методичні основи управління навчанням фізики: Монографія / П.С.Атаманчук, О.М.Семерня. – Кам’янець-Подільский: КПДУ, інформ.-видавн. відділ, 2005.– 196 с.
2. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник.-К.: Либідь, 1997. – 376 с.
3. Інформацііийний збірник Міністерства освіти і науки України. — 2004. – №1–2. –75с.
4. Концепція загальної середньої освіти 12-річної загальноосвітньої школи // Педагогічна газета. – 2000. – №9. - С.3-7.
5. Сосницька Н.Л. Формування і розвиток змісту шкільної фізичної освіти в Україні (історико-методологічний контекст): Автореф. дис. … д–ра пед. наук. – К.,2008. – 40 с.
6. Програми для середніх загальноосвітніх шкіл: Фізика. Астрономія: 7-11 класи. – К.: Перун перун, 2006. – 68 с.

The concept of world view is reflected in the article. The basic factors of forming for the students of scientific world view are considered, as a necessary element of development of personality of senior pupil.

Key words: *world view, components of world view, scientific world view.*

УДК 004.4'27:378.147:378.4

О.А.Смалько, кандидат педагогічних наук

КОРИСНА ПРАКТИКА РОЗРОБКИ НАВЧАЛЬНОГО ВІДЕО В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ПЕДАГОГІВ

У статті описуються засоби розробки навчального відео та зазначаються переваги створення відео в процесі підготовки педагогів.

***Ключові слова**: навчальне відео, мультимедійні засоби, відеомонтаж, захоплення відео, скрінкастинг.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Не залишає сумнівів те, що найефективніший вплив на людину чинить та інформація, яка впливає на кілька органів чуття, і запам’ятовується вона тим краще і міцніше, чим більше каналів сприйняття активується. Саме тому зрозумілим є прагнення педагогічних працівників застосовувати в навчальному процесі мультимедійні засоби, а надто там, де без них обійтися важко, де необхідно не силою слова переконувати своїх учнів чи студентів у правильності тверджень, а лише якісними наочними демонстраціями. Стосується це усіх галузей і рівнів освіти без винятку. Отож вельми потрібно навчати майбутніх педагогів створювати та використовувати у своїй діяльності різноманітні корисні мультимедійні ресурси.

Аналіз публікацій з теми дослідження. Практично не злічити загальної кількості науково-методичних робіт, в тому числі сучасних, вітчизняних, пов’язаних із використанням у навчальному процесі славнозвісних і дуже корисних комп’ютерних презентацій, покликаних підвищувати ефективність навчання. Так, в презентації можна вмонтовувати текст, графіку, звук, відео — загалом мультимедійний контент, який, здебільшого, береться з цифрових репозиторіїв, з вільнопоширюваних бібліотек. Значно рідше — це зняті власноручно педагогами та їх вихованцями за допомогою цифрової камери відеофрагменти без подальшої обробки на комп’ютері. Відомо також, що програми, призначені для створення презентацій дозволяють задавати різноманітні анімаційні ефекти, і ця їх можливість дозволяє з успіхом супроводжувати пояснення викладача, динамічно демонструвати суть законів, перебіг процесів, плин подій, явищ. Разом з тим, мало-хто наважується створювати і використовувати у своїй педагогічній роботі самотужки змонтовані відеофільми та їх фрагменти. Хоч практика ця є дуже корисною і, всупереч усталеній точці зору, зовсім нескладна. Як наслідок, мало цим займаються викладачі і ще менше про це пишуть. Але останнім часом в науково-методичних джерелах починають з'являтись поодинокі публікації, що стосуються цієї тематики. Зокрема, результати окремих досліджень можна знайти у збірниках праць доповідачів науково-методичних конференцій [2]. Силами окремих колективів ентузіастів випускаються також корисні практичні посібники. Наприклад, [1] — цікаве видання для вчителів, створене за підтримки корпорації Intel, в якому можна знайти, зокрема, правила знімання, редагування, монтажу відеоматеріалів та багато іншої інформації, що може знадобитися режисерам-початківцям.

Метою статті є наведення результатів дослідження існуючих у світі засобів створення і обробки відео та обґрунтування корисності практики розробки відеоматеріалів навчального призначення в процесі підготовки майбутніх педагогів.

Виклад основного матеріалу. Звісно, створення навчально-демонстраційного відео — захоплююча, творча і трудомістка діяльність, яка до того ж вимагає значних комп'ютерних ресурсів. Щоправда, алгоритм роботи з відеомонтажу дуже простий, та й належні обчислювальні потужності відшукати у наш час нескладно — було б бажання.

Створювати навчальне відео можна і в середніх загальноосвітніх навчальних закладах в рамках проектної діяльності, і у вищих навчальних закладах, де значно більше можливостей для подібної роботи.

Програм для відеомонтажу існує дуже багато і під різні операційні системи. Деякі з них наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Програми для відеомонтажу

Назва	**Сайт**	**Ціна (у.о.)**
Програми для відеомонтажу під Microsoft Windows:		
Magix Movie Edit Pro	http://www.magix.com	85
Pinnacle Studio	http://www.pinnaclesys.com	100
Adobe Premiere PRO	http://www.adobe.com	800
Sony Vegas Pro	http://www.sonycreativesoftware.com	550
Pinnacle VideoSpin	http://www.videospin.com	0
VirtualDub	http://www.virtualdub.org	0
Ulead VideoStudio Pro	http://www.ulead.com	80
Відеоредактори під GNU/Linux:		
Kdenlive	http://www.kdenlive.org	0
Open Movie Editor	http://www.openmovieeditor.org	0
AvideMUX	http://avidemux.sourceforge.net	0
MainActor	http://www.mainconcept.com	200
Kino	http://kinodv.org	0
LiVES	http://lives.sourceforge.net	0
Cinelerra	http://cinelerra.org	0
Jahshaka	http://jahshaka.org	0

Остання з наведених у таблиці програм має версії і для інших операційних систем: для Mac OS X і Microsoft Windows. Серед перелічених є дуже дорогі засоби, які не є доступними для навчальних закладів і рядових користувачів. Є і безкоштовні екземпляри, що часто являють собою повнофункціональні рішення. Також потрібно відмітити ще один програмний продукт — Windows Movie Maker, що встановлюється разом з операційною системою Microsoft Windows, і якого поперва може бути цілком достатньо. І взагалі, інструментів простого лінійного монтажу, як-то додавання титрів, накладання звуків, застосування ефектів переходів, вистачає для створення повноцінного навчального відео.

Для виконання елементарних операцій з відеомонтажу можна скористатись також і он-лайновими відеоредакторами, наприклад MIXandMASH.tv, One True Media, Movie Masher, Kaltura, JayCut, MotionBox, Photobucket, Aximedia Movie Studio тощо (нещодавно, 15 червня 2009 р., закрився ще один подібний проект — Jumpcut).

На допомогу користувачам фірми-розробники багатьох з перелічених програмних засобів на своїх сайтах розміщують навчальне відео, завдяки якому можна ознайомитись з можливостями пропонованих програм.

Ще один метод створення відеоматеріалів навчального призначення — шляхом захоплення відео з екрану за допомогою спеціальних програм (таблиця 2). Це так званий скрінкастинг (англ. screencast від screen — екран broadcasting — передача, мовлення).

Таблиця 2. Програми для захоплення відео з екрану для Microsoft Windows

Назва	**Сайт**	**Ціна (у.о.)**
uvScreenCamera	http://www.uvsoftium.ru	0
Windows Media Encoder	http://www.microsoft.com	0
CamStudio	http://camstudio.org	0
HyperCam	http://www.hyperionics.com/hc	10
Power Video Capture	http://www.color7tech.com	18
MiniCapture	http://www.ikicsoft.com	30
ScreenVirtuoso	http://www.screenvirtuoso.com	20
VideoCAP	http://www.alisacomputing.com/vc	40
Super Screen Recorder	http://www.free-screen-capture.com	50
AllCapture	http://www.allcapture.com	250
ACA Capture Pro	http://www.acasystems.com	56
BSR Screen Recorder	http://www.bsrsoft.com	40
EZ Screen Recorder	http://www.infallsoft.com	40
CaptureWizPro Screen Capture	http://www.pixelmetrics.com	40
FastStone Capture	http://www.faststone.org	20
TipCam	http://www.utipu.com	0
Power Screen Capture	http://www.jamvideosoftware.com	25
JING	http://www.techsmith.com	0
SnagIT	http://www.techsmith.com	50
Camtasia Studio	http://www.techsmith.com	300

Розроблено подібні програми не лише під операційну систему Microsoft Windows. На комп’ютерах Apple Macintosh можна використовувати, наприклад, засоби iShowU, ScreenRecord, Copernicus (не записує звуку). Існує також версія Camtasia для Mac.

Для GNU/Linux аналогічне призначення мають програми recordMyDesktop, Wink, Istanbul (результат — файл формату .ogg), XvidCap, ffmpeg, Byzanz (робота відбувається в консолі), pyvnc2swf (скрипт, написаний на Python; результат — файл .swf).

Корисними виявляються он-лайнові сервіси для скрінкастів, такі, наприклад, як Screencast-O-Matic, ScreenToaster (працює з Windows, Mac OS X, Linux) і т.п.

Відеофрагменти, створені за допомогою подібних засобів, можуть використовуватись, наприклад, при поясненні особливостей роботи з різноманітними комп’ютерними програмами на лекційних заняттях, в електронному та дистанційному навчанні.

Наведені у таблиці 2 програми, звісно, різняться своїми можливостями. В багатьох з них реалізовано функції накладання звукових коментарів, створення виносок із титрами, підсвічування рамкою частин екрану, зазначення використовуваних під час процедури запису кнопок клавіатури і клавіш маніпулятора "миша". Використання перелічених функцій в процесі запису відеороликів може сприяти кращому розумінню представленої в них інформації у подальшому їх перегляді.

Досліджуючи сучасні публікації і Інтернет-простір, можна переконатися у тому, що в розвинених країнах світу практика супроводу навчальної діяльності переглядом відео навчального призначення існує вже давно і, напевно, вона дає переконливі плоди у рівнях засвоєння знань учнями та студентами. Насправді, чи не чудово вивчати, наприклад, дику природу, спостерігаючи за поведінкою птахів і тварин у веб-камери або переглядаючи наперед підготовлені натуралістами і фахівцями відеозйомок найцікавіші сюжети про них? А чи не цікаво дітям досліджувати поверхні інших планет з портатів космічного агентства НАСА?

Серед інших "красномовних" прикладів — американський сайт http://school.discoveryeducation.com, на якому школярі, зокрема, можуть переглядати надзвичайно цікаве і гарно озвучене навчальне відео.

Взагалі, англомовного навчального контенту в Мережі дуже багато. Цілі портали мультимедільних ресурсів виключно навчального призначення можна знайти в Інтернет (наприклад, сайти www.skillsoft.com, www.tutorials.com і т.п.).

В російському сегменті Інтернет також останнім часом почали з'являтися цікаві сайти з корисним мультимедійним контентом (www.simple-study.ru, www.school.edu.ru, skillopedia.ru тощо). Щоправда на багатьох з них розміщено застереження, що пропоновані матеріали можна використовувати виключно в навчальних закладах Російської Федерації.

Україномовного мультимедійного навчального контенту в Інтернет поки-що дуже мало. Лише окремі вчителі-ентузіасти викладають власноручно створене навчальне відео для широкого доступу. Часто такі матеріали можна знайти на персональних web-сайтах, а також на соціальних сервісах, що підтримують можливість зберігання цифрових відеозаписів (YouTube, RuTube, TeacherTube і т.д.). Звісно, відшукати в Інтернет потрібне україномовне навчальне відео дуже непросто педагогу. Вихід один — створювати власне. І до цього потрібно привчати майбутніх викладачів ще в університеті.

Висновок. Добре організований сучасний навчальний процес все важче уявляти без ефективних мультимедійних засобів навчального призначення. Тому майбутніх педагогів потрібно навчати створювати мультимедіа контент, зокрема його відеокомпоненти. З-поміж іншого творча, насичена різними видами робіт діяльність по створенню навчального відео сприяє самореалізації розробників, розвитку їхніх методичних навичок, дикторської майстерності, дизайнерських талантів, стилю, смаку, безсумнівно, збагачує емоційну сферу і, загалом, має велике виховне значення.

Список використаних джерел:

1. Видеоматериалы и сетевые видеосервисы в работе учителя: практическое пособие / Е.В. Бурдюкова, Я.С. Быховский, А.В. Коровко и др.; под ред. Я.С. Быховского. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — 90 с.
2. Скороход С.В., Маринова И.В. Об одном подходе к разработке мультимедийных обучающих курсов // Новые информационные технологии в образовании: Материалы междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 24-27 февраля 2009 г.: В 2 ч. — Екатеринбург: Рос. гос. проф.-пед. ун-т., 2009. — С.50-51.

The subject matter of the article is description of facilities of creation the educational video, also determination of advantages the creation of video in studies of teachers.

***Key words**: educational video, multimedia facilities, video editing, capture of video, screencast.*

УДК 517.5

Ю.В.Гнатюк, кандидат фізико – математичних наук, доцент,
В.О.Гнатюк, кандидат фізико – математичних наук, доцент,
У.В.Гудима, кандидат фізико – математичних наук, доцент

ТЕОРЕМИ ІСНУВАННЯ ЕКСТРЕМАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА ДЛЯ ЗАДАЧІ НАЙКРАЩОЇ ВІДНОСНО ДЕЯКОЇ ПСЕВДОМЕТРИКИ АПРОКСИМАЦІЇ КОМПАКТНОЗНАЧНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТАМИ МНОЖИНИ ОДНОЗНАЧНИХ ВІДОБРАЖЕНЬ, ЯКІ Є СЕЛЕКЦІЯМИ ОПУКЛОЗНАЧНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ

Встановлено теореми існування екстремального елемента для задачі найкращої відносно деякої псевдометрики на множині неперервних компактнозначних відображень апроксимації неперервного компактнозначного відображення множиною однозначних неперервних відображень, які є селекціями опуклозначного відображення.

***Ключові слова**: існування екстремального елемента, найкраща рівномірна апроксимація, селекції опуклозначного відображення*

Вступ. У статті для задачі найкращої відносно деякої псевдометрики апроксимації компактнозначного відображення елементами множини однозначних відображень, які є селекціями опуклозначного відображення, встановлено теореми існування екстремального елемента .

Постановка задачі. Нехай S –компакт, X – лінійний над полем комплексних чисел нормований простір, $C(S,X)$ – лінійний над полем дійсних чисел нормований простір однозначних відображень g компакту S в X, неперервних на S, з нормою $\|g\|=\max_{s\in S}\|g(s)\|$, $K(X)$ – сукупність компактів простору X, $O(X)$ – сукупність опуклих замкнутих множин простору X, $C(S,K(X))$ – множина багатозначних відображень a компакту S в X таких, що для кожного $s\in S$ $a(s)=K_s\in K(X)$ і вони неперервні на S відносно метрики Хаусдорфа на $K(X)$, $C(S,O(X))$ — множина багатозначних відображень b компакту S в $O(X)$ таких, що для кожного $s\in S$ $b(s)=O_s\in O(X)$ і вони неперервні на S відносно метрики Хаусдорфа на $O(X)$, $V\subset C(S,X)$, $b\in C(S,O(X))$, $D=\{g: g\in C(S,X),\ g(s)\in b(s),\ s\in S\}$ - множина неперервних селекцій відображення b. Будемо припускати, що $V\bigcap D\neq\varnothing$.

Нехай $K_1,K_2\subset X$. Покладемо

$$H(K_1,K_2)=\max\left\{\sup_{x\in K_1}\inf_{y\in K_2}\|x-y\|,\sup_{y\in K_2}\inf_{x\in K_1}\|x-y\|\right\}.$$

H називається метрикою Хаусдорфа, заданою на множині всіх підмножин простору X. Зрозуміло, що при $K_1,K_2\in K(X)$ $H(K_1,K_2)$ можна подати у такому вигляді:

$$H(K_1,K_2)=\max\left(\max_{x\in K_1}\min_{y\in K_2}\|x-y\|,\max_{y\in K_2}\min_{x\in K_1}\|x-y\|\right).$$

Нехай $A\subset S$. Для будь-яких $a_1,a_2\in C(S,K(X))$ покладемо

$$\rho_A(a_1,a_2)=\sup_{s\in A}H(a_1(s),a_2(s)).$$

Твердження 1. *Величина* $\rho_A(a_1,a_2),\ a_1,a_2\in C(S,K(X))$ *задає псевдометрику на* $C(S,K(X))$.

Зауваження. Якщо $A=S$, то

$$\rho_S(a_1,a_2)=\rho(a_1,a_2)=\max_{s\in S}H(a_1(s),a_2(s))=$$

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

задає метрику на $C(S,K(X))$.

Нехай $B\subset S$. Будемо позначати через

$$V_{B,b}=\{g:g\in V,\ g(s)\in b(s),\ s\in B\}.$$

Зрозуміло, що $V_{S,b}=V\bigcap D$. При $B=\varnothing$ будемо вважати, що $V_{B,b}=V_{\varnothing,b}=V$.

Задачею найкращої у розумінні псевдометрики ρ_A апроксимації неперервного компактнозначного відображення $a\in C(S,K(X))$ множиною однозначних відображень $V\subset C(S,X)$, які є селекціями відображення b на множині B, будемо називати задачу відшукання величини

$$\alpha_a^*(A,V_{B,b})=\inf_{g\in V_{B,b}}\rho_A(g,a)=\inf_{g\in V_{B,b}}\sup_{s\in A}\max_{y\in a(s)}\|g(s)-y\|. \tag{1}$$

Якщо існує відображення $g^*\in V_{B,b}$ таке, що

$$\alpha_a^*(A,V_{B,b})=\sup_{s\in A}\max_{y\in a(s)}\|g^*(s)-y\|,$$

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

При $A=B=S$ $\alpha_a^*(S,V_{S,b})$ будемо позначати через $\alpha_a^*(V\bigcap D)$, тобто

$$\alpha_a^*(V\bigcap D)=\alpha_a^*(S,V_{S,b})=\inf_{g\in V\cap D}\max_{s\in S}\max_{y\in a(s)}\|g(s)-y\|. \tag{2}$$

Актуальність теми. В роботі розглядається задача найкращої відносно деякої псевдометрики на множині неперервних компактнозначних відображень апроксимації неперервного компактнозначного відображення множиною однозначних неперервних відображень, які є селекціями опуклозначного відображення. Важливими питаннями при дослідженні такого роду задач є питання про характеризацію та відшукання екстремального елемента цієї задачі. Але для вирішення цих питань першочерговим є з'ясування питання про існування цього екстремального елемента. У зв'язку з цим у статті розглянуто деякі загальні теореми існування екстремального елемента для задач відшукання величин (1) та (2).

Мета роботи. Отримати теореми існування екстремального елемента для задач відшукання величин (1) та (2).

Допоміжні твердження.

Твердження 2. *Якщо* V *замкнена множина простору* $C(S,X)$, *то для будь-якого* $B\subset S$ *множина* $V_{B,b}$ *також є замкненою множиною.*

Твердження 3. *Нехай* $A\subset S$, $p_A(h)=\sup_{s\in A}\|h(s)\|$, $h\in C(S,X)$,

$$\Phi_A^a(g)=\sup_{s\in A}\max_{y\in a(s)}\|g(s)-y\|,\ g\in C(S,X).$$

Тоді для будь-яких $g_1,g_2\in C(S,X)$ *має місце співвідношення*

$$\left|\Phi_A^a(g_1)-\Phi_A^a(g_2)\right|\le p_A(g_1-g_2). \tag{3}$$

Доведення. Нехай $g_1,g_2\in C(S,X)$, точки s_n^1, $n=1,2,\ldots$, вибрані з A таким чином, що

$$\Phi_A^a(g_1)-\frac{1}{n}<\max_{y\in a(s_n^1)}\left\|g_1(s_n^1)-y\right\|\le\Phi_A^a(g_1),\ n=1,2,\ldots.$$

Тоді для всіх $n=1,2,\ldots$

$$\Phi_A^a(g_1)-\Phi_A^a(g_2)<\max_{y\in a(s_n^1)}\left\|g_1(s_n^1)-y\right\|+\frac{1}{n}-\sup_{s\in A}\max_{y\in a(s)}\left\|g_2(s)-y\right\|\le$$

$$\le\max_{y\in a(s_n^1)}\left\|g_1(s_n^1)-y\right\|+\frac{1}{n}-\max_{y\in a(s_n^1)}\left\|g_2(s_n^1)-y\right\|\le$$

$$\le\max_{y\in a(s_n^1)}\left(\left\|g_1(s_n^1)-y\right\|-\left\|g_2(s_n^1)-y\right\|\right)+\frac{1}{n}\le\left\|g_1(s_n^1)-g_2(s_n^1)\right\|+\frac{1}{n}\le$$

$$\le\sup_{s\in A}\left\|g_1(s)-g_2(s)\right\|+\frac{1}{n}=p_A(g_1-g_2)+\frac{1}{n}.$$

Звідси випливає, що

$$\Phi_A^a(g_1)-\Phi_A^a(g_2)\le p_A(g_1-g_2).$$

Аналогічно доводиться , що

$$\Phi_A^a(g_2)-\Phi_A^a(g_1)\le p_A(g_1-g_2).$$

На підставі цих нерівностей робимо висновок про справедливість співвідношення (3).

Твердження доведено.

Основні результати.

Теорема 1. *Нехай P скінченновимірний підпростір простору $C(S,X)$, $A\subset S,B\subset S$, функція*

$$p_A(h)=\sup_{s\in A}\left\|h(s)\right\|,\ h\in C(S,X),$$

є нормою на P, $V\subset P$ і V є замкненою множиною.

Тоді екстремальний елемент для величини (1) існує.

Доведення. Нехай ε - довільне додатне число ,

$$M=\left\{g\in C(S,X):\Phi_A^a(g)\le\alpha_a^*(A,V_{B,b})+\varepsilon\right\}.$$

За характеристичною властивістю точної нижньої межі існує $\tilde{g}\in V_{B,b}$ таке, що

$$\Phi_A^a(\tilde{g})\le\alpha_a^*(A,V_{B,b})+\varepsilon.$$

Тому $V_{B,b}\bigcap M\ne\varnothing$ і, крім того,

$$\alpha_a^*(A,V_{B,b})=\inf_{g\in V_{B,b}\bigcap M}\rho_A(g,a)=\inf_{g\in V_{B,b}\bigcap M}\Phi_A^a(g).$$

Переконаємось , що $\Phi_A^a(g)$ досягає найменшого значення на $V_{B,b}\bigcap M$.

Для будь-якого $g\in V_{B,b}\bigcap M$ маємо для всіх $s\in A,\ y\in a(s)$

$$\left\|g(s)\right\|\le\left\|g(s)-y\right\|+\left\|y\right\|\le\max_{y\in a(s)}\left\|g(s)-y\right\|+\max_{y\in a(s)}\left\|y\right\|\le$$

$$\sup_{s\in A}\max_{y\in a(s)}\left\|g(s)-y\right\|+\sup_{s\in A}\max_{y\in a(s)}\left\|y\right\|=\Phi_A^a(g)+\sup_{s\in A}\max_{y\in a(s)}\left\|y\right\|\le$$

$$\leq \alpha_a^*(A, V_{B,b}) + \varepsilon + \sup_{s\in A}\max_{y\in a(s)}\|y\|,$$

$$p_A(g) = \sup_{s\in A}\|g(s)\| \leq \alpha_a^*(A, V_{B,b}) + \varepsilon + \sup_{s\in A}\max_{y\in a(s)}\|y\|$$

для всіх $g \in V_{B,b} \bigcap M$.

Це означає, що $V_{B,b} \bigcap M$ є обмеженою підмножиною скінченновиміного підпростору P. Оскільки, крім того, $V_{B,b} \bigcap M$ – замкнута підмножина P, а з нерівності (3) випливає, що $\Phi_A^a(g) = \sup_{s\in A}\max_{y\in a(s)}\|g(s) - y\|$ є неперервною на $V_{B,b} \bigcap M$ у розумінні норми p_A на P, то за теоремою Вейєрштрасса існує точка $g^* \in V_{B,b} \bigcap M$, для якої $\alpha_a^*(A, V_{B,b}) = \inf_{g\in V_{B,b}\bigcap M} \Phi_A^a(g) = \Phi_A^a(g^*)$.

Звідси заключаємо, що g^* є екстремальним елементом для величини (1).

Теорему доведено.

Наслідок 1. *Нехай V є замкненою множиною скінченновимірного підпростору P простору $C(S, X)$, $B \subset S$. Тоді екстремальний елемент для величини*

$$\alpha_a^*(S, V_{B,b}) = \inf_{g\in V_{B,b}}\max_{s\in S}\max_{y\in a(s)}\|g(s) - y\|$$

існує.

Справедливість наслідку випливає з теореми 1, оскільки в розглядуваному випадку $A = S$ і тому $p_A(h) = p_S(h) = \max_{s\in S}\|g(s)\| = \|g\|$ є нормою на P.

Наслідок 2. *Якщо в задачі відшукання величини (2) V є замкненою множиною скінченновимірного підпростору простору $C(S, X)$, то екстремальний елемент для цієї величини існує.*

Будемо позначати далі через X^* простір, спряжений з X, через B^*– замкнену одиничну кулю простору X^*:

$$B^* = \{f : f \in X^*, \|f\| \leq 1\},$$

а через $E(B^*)$ – множину крайніх точок B^*.

Для всіх $z \in X$ має місце рівність

$$\|z\| = \max_{f\in B^*}\operatorname{Re} f(z) = \max_{f\in E(B^*)}\operatorname{Re} f(z)$$

(див., наприклад, [1, с.1608]).

Теорема 2. *Нехай V– скінченновимірний підпростір простору $C(S, X)$, $A \subset S, B \subset S$. Тоді екстремальний елемент для величини (1) існує.*

Доведення. Нехай $p_A(h) = \max_{s\in A}\|h(s)\|$, $h \in C(S, X)$.

Позначимо через

$$V^1 = \{g : g \in V,\ p_A(g) = 0\}.$$

Легко переконатися, що V^1 є лінійним підпростором V. Нехай $g_1, g_2, ..., g_k$ – базис V^1, а $g_{k+1}, ..., g_n$ його доповнення до базису простору V. Позначимо через V^2 підпростір простору $C(S, X)$, породжений відображеннями $g_{k+1}, ..., g_n$.

Оскільки для $j \in \{1, ..., k\}$ $g_j \in V^1$, то $p_A(g_j) = 0$.

Тоді для $j \in \{1, ..., k\}$

$$0 = p_A(g_j) = \sup_{s\in A}\|g_j(s)\| = \sup_{s\in A}\max_{f\in B^*}|\operatorname{Re} f(g_j(s))|.$$

Звідси випливає, що $\operatorname{Re} f\left(g_j(s)\right)=0$ для всіх $s\in A,\ f\in B^*$.

Враховуючи це, одержимо, що

$$\alpha_a^*\left(A,V_{B,b}\right)=\inf_{g\in V_{B,b}}\sup_{s\in A}\max_{y\in a(s)}\left\|g(s)-y\right\|=$$

$$=\inf\left\{\sup_{s\in A}\max_{y\in a(s)}\left\|\sum_{j=1}^{n}\lambda_j g_j(s)-y\right\|:\lambda_j\in R,\ j=\overline{1,n},\ \sum_{j=1}^{n}\lambda_j g_j(s)\in b(s),\ s\in B\right\}=$$

$$=\inf\left\{\sup_{s\in A}\max_{y\in a(s)}\max_{f\in B^*}\left|\operatorname{Re} f\left(\sum_{j=1}^{n}\lambda_j g_j(s)-y\right)\right|:\lambda_j\in R,\ j=\overline{1,n},\ \sum_{j=1}^{n}\lambda_j g_j(s)\in b(s),\ s\in B\right\}=$$

$$=\inf\left\{\sup_{s\in A}\max_{y\in a(s)}\max_{f\in B^*}\left|\operatorname{Re} f\left(\sum_{j=k+1}^{n}\lambda_j g_j(s)-y\right)\right|:\lambda_j\in R,\ j=\overline{k+1,n},\right.$$

$$\left.\sum_{j=1}^{n}\lambda_j g_j(s)\in b(s),\ s\in B\right\}=$$

$$=\inf\left\{\sup_{s\in A}\max_{y\in a(s)}\left\|\sum_{j=k+1}^{n}\lambda_j g_j(s)-y\right\|:\lambda_j\in R,\ j=\overline{k+1,n},\ \sum_{j=1}^{n}\lambda_j g_j(s)\in b(s),\ s\in B\right\}=$$

$$=\inf_{g\in V_{B,b}^2}\sup_{s\in A}\max_{y\in a(s)}\left\|g(s)-y\right\|=\alpha_a^*\left(A,V_{B,b}^2\right). \qquad (4)$$

Оскільки для всіх $g\in V^2,\ g\neq 0$, маємо , що $g\in V,\ g\notin V^1$, то $p_A(g)\neq 0$. Тому $p_A(g)$ є нормою на підпросторі V^2.

Згідно з теоремою 1 існує екстремальний елемент $g^*\in V_{B,b}^2$ для задачі відшукання величини

$$\inf_{g\in V_{B,b}^2}\sup_{s\in A}\max_{y\in a(s)}\left\|g(s)-y\right\|.$$

Оскільки $V_{B,b}^2\subset V_{B,b}$, то внаслідок рівності (4) g^* у цьому випадку буде також екстремальним елементом для величини (1).

Теорему доведено.

Наслідок 3. *Якщо в задачі відшукання величини (2) V є скінченновимірним підпростором простру $C(S,X)$, то екстремальний елемент для цієї величини існує.*

Справедливість наслідку випливає з теореми 2, якщо в цій теоремі покласти $A=B=S$.

Висновки. Для задач відшукання величин (1) та (2) встановлено деякі теореми існування їх екстремальних елементів.

Список використаних джерел:

1. Гудима У.В. Найкраща рівномірна апроксимація неперервного компактнозначного відображення множинами неперервних однозначних відображень// Укр. мат. журн. – 2005. – 57, №12. – С.1601– 1619.

We prove theorems of the existence of the extremal element for the problem of the best at sense of pseudometrics on set of continuous compact– valued maps approximation continuous compact– valued map by sets of continuous single– valued maps, which there is selections of convex– valued map.

Key words: *the existence of the extremal element, the compact– valued maps, selections of convex– valued map*

УДК 373.5.016:53

О.М.Семерня, кандидат педагогічних наук

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТНЕЙ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ

У статті описані технологічні прийоми сприйняття та переробки інформації за еталонними ознаками в аспекті методології формування професійного досвіду майбутнього вчителя фізики.

Ключові слова: *методологія здобування професійних знань, сприймання та сприйняття інформації, технологічні прийоми еталонного змісту: споглядання, наслідування, спостереження, повне володіння методологією здобування знань, "навчання запам'ятовуванню", інформаційне орієнтування, формулювання проблеми.*

Актуальним напрямком формування професійних компетентностей фахівця є уміння впродовж всього життя здобувати інформацію, трансформувати, інтегрувати, модернізувати існуючі у свідомості знання — виробити власний стиль пізнання. Ця ознака вчителя фізики виокремлює його серед інших фахівців і підкреслює індивідуальність, неординарність особистості педагога.

Існує багато тлумачень у розумінні терміну "методологія" — "вчення про ідейні позиції науки, логіки її розвитку та методах дослідження" [6], "1) вчення про наукові методи пізнання; 2) сукупність методів, які застосовуються у окремих науках" [9], "вчення про структуру, логічну організацію, методи і засоби діяльності" [10], "система принципів і способів організації та побудови теоретичної і практичної діяльності, а також вчення про цю систему" [11], "вчення про організацію діяльності. Таке визначення однозначно детермінує і предмет методології – організація діяльності" [8].

Методологія здобування професійних знань — організація та управління пізнавальною діяльністю студентів за інтегрованими методиками, методами, технологіями, прийомами еталонного змісту щодо сприйняття та перетворення інформації (в галузі теорія та методика навчання фізики).

Під *сприйняттям інформації* ми розуміємо цілеспрямований процес людської активності: сприймання оточуючого середовища крізь призму інтелектуального, ціннісного, світоглядного.

Відповідно до нормативних посилань (Закон України "Про вищу освіту", ДК 003-95 Державний класифікатор професій, ДК 009-96 Державний класифікатор економічної діяльності, Положення про освітньо-кваліфікаційні рівні та інших) встановлюються галузеві кваліфікаційні вимоги виробничої та соціальної діяльності випускника вищого навчального закладу з спеціальностей 6.010103 і 7.010103 "Педагогіка та методика середньої освіти. Фізика". Державні вимоги до освітньо-кваліфікаційного рівня та до якості особи майбутнього вчителя фізики визначають напрями формування характерних фахових рис особистості у професійній підготовці студента (знання, цінності, проекти, діалогізми, творчість), серед яких визначають формування методології здобування професійних знань.

Фахові компетентності майбутнього вчителя фізики, зокрема й формування методології здобування знань, у діяльнісному підході, визначаються за параметрами пізнавальної діяльності: стереотипність, усвідомленість, пристрасність [3, 4].

Параметр стереотипності визначає формування виконавської риси фахівця, вибудовує стереотипні, алгоритмічні форми його професійної діяльності.

Параметр усвідомленості відповідає за формування такої професійної якості як “логічна впорядкованість у пізнавальній діяльності майбутнього вчителя фізики”, проектує та розвиває логічний апарат мислення (аналіз, синтез, моделювання, індукція, дедукція, абстрагування, систематизація, узагальнення тощо). Цей параметр визначає певним чином управлінські риси фахівця.

Параметр пристрасності визначає формування творчо-пошукової, нестандартної форми діяльності майбутнього фахівця, його дослідницькі риси.

Кожен із цих параметрів спрямовує навчально-пізнавальну діяльність студента (організацію, управління, контроль, корекцію) у русло, відповідне до запиту соціального середовища як сфери його майбутньої професійної діяльності.

Технологічний аспект методики здобування інформації та вироблення власного стилю пізнання ґрунтується на теоріях пізнання [1], поетапного формування дій [5], діяльнісного підходу [7], управління навчанням [4] і будується на організації та управлінні пізнавальною активністю студентів із використанням педагогічних прийомів еталонного змісту: споглядання, наслідування, спостереження, повного володіння методологією здобування знань, “навчання запам’ятовуванню”, інформаційного орієнтування, формулювання проблеми (таблиця 1).

Таблиця 1

Технологічні прийоми методології здобування професійних знань у навчанні методики фізики

Параметри	Рівні навчальних досягнень студентів				Перебіг у часі
	Початковий (за ETSC – D)	Середній (за ETSC – C)	Достатній (за ETSC – B)	Високий (за ETSC – A)	
Пристрасність	Розуміння символіки, термінології, окремих пізнавальних одиниць, фрагменти розуміння суті теорії пізнання	Прийом наслідування	Повне володіння методологією здобування знань	Прийом формулювання проблеми	Майбутній
Усвідомленість	Символіка, термінологія, фрагменти окремих пізнавальних одиниць дисципліни	Прийом спостереження		Прийом інформаційного орієнтування	Теперішній
Стереотипність	Певна обізнаність з символікою та термінологією теорії пізнання, неправильне трактування величин і понять пізнавальної одиниці дисципліни	Прийом споглядання		Прийом “навчання запам’ятовуванню”	Минулий

Як бачимо, технологічні прийоми методології здобування знань диференційовані та інтегровані відповідно до параметрів пізнавальної діяльності та рівнів навчальних досягнень студентів. Можливі й інші комбіновані види та типи прийомів методології знань у залежності від умов формування освітнього середовища “студент-предмет пізнання” [3, 4].

Опишемо мінімальну характеристику кожного технологічного прийому з точки зору діяльнісного підходу:

Прийом споглядання (рівень заучування, параметр стереотипність) — поза логічне сприйняття образної інформації без явно поставлених цілей.

У такому виді сприйняття інформації студенти асоціюють свідомі або несвідомі образи із відповідним формуванням нелогічного, правопівкульового мислення (таблиця 2).

Таблиця 2.

Технологічний аспект навчання спогляданню у методології здобування знань (досвіду)

Індекс дії	Зміст дії	Мета дії	Операції	Засвоєння
1.	Психологічна установка сприйняття образної інформації	Мотивація потреби споглядання образу	Алгоритмування дій споглядання поступово ускладнених образів у співвідношенні із поясненнями викладача	Дидактичний підбір образів споглядання, обмін враженнями від сприйняття окремих фрагментів
2.	Блокування логічних операцій мислення	Активізація образного мислення, тренування довільного виникнення уявлень	Медитації, сугестія	Прийоми релаксації, розслаблення
3.	Перехід у стан споглядання	Звільнення від установки на логічний аналіз дій	Інтеграція вражень	Сприйняття образів інтегральним, сенсорним способом

Прийом наслідування (рівень наслідування, параметр пристрасності) — цілеспрямоване варіювання інформацією, існуючої у свідомості студента, з метою її використання у конкретно нових умовах для корегування (трансформування) уже створених пізнавальних образів (таблиця 3).

Прийом спостереження (рівень розуміння головного, параметр усвідомленість) — цілеспрямоване сприйняття інформації з метою формування раціонального типу мислення.

Таблиця 3.

Технологічний аспект прийому наслідування у методології здобування знань (досвіду)

Індекс дії	Зміст дії	Мета дії	Операції	Засвоєння
1.	Конкретизація нових функцій пізнавального об'єкту	Виявлення функцій пізнавального об'єкту, що забезпечують нові умови його існування	Власний світогляд, робота з інформаційно-пошуковими системами	Тренування у розв'язуванні аналогічних задач, аналіз відомих об'єктів з подібними функціями
2.	Підбір прототипу пізнавального об'єкту із аналогічними функціями	Мінімізація необхідних змін у підібраному прототипі	Конкретизація нових умов, пошук засобів розв'язання сформульованої проблеми	Використання інформаційно-пошукових систем для пошуку об'єктів з подібними якостями
3.	Аналіз застосування обраного прототипу пізнавального об'єкту в нових умовах	Не виходити за межі допустимого	Аналіз умов	Тренування об'єктивного оцінювання обраного прототипу у запланованих змінах
4.	Проектування функцій зміни пізнавального об'єкту для його існування в нових умовах	Пристосування обраного пізнавального об'єкту до нових умов	Засвоєння операцій проектування	Тренування у проектуванні та аналізі
5.	Аналіз доцільності новоутворення пізнавального образу в конкретизованих умовах	Доведення можливості використання новоутвореного пізнавального об'єкту	Моделювання, розрахунки, експеримент	Тренування у проведенні експертизи допустимості новоствореного пізнавального образу

Така процедура навчання спостереженню у методології здобування знань проектує розвиток логічного апарату мислення, його основних характеристик (операції — аналіз, синтез, порівняння, абстрагування, узагальнення, конкретизація; форми — поняття, судження, висновки, аналогія; види — наочно-дійове, образне, довільне; способи — індукція, дедукція) (таблиця 4).

Таблиця 4.

Технологічний аспект навчання спостереженню у методології здобування знань (досвіду)

Індекс дії	Зміст дії	Мета дії	Операції	Засвоєння
1.	Вибір концепції спостереження	Вибір об'єкта спостереження	Виділення завдань спостереження	Аналіз типових та перспективних завдань
2.	Створити умови спостереження за об'єктом пізнання	Формування логіки сприймання інформації	Складання плану діяльності спостереження	Послідовні та раціональні сприйняття та ідентифікації свідомих образів
3.	Проведення спостереження	Усвідомлення змісту концепції сприймання інформації	Варіювання психічних пізнавальних процесів	Багатогранне сприйняття об'єкту спостереження за різними класифікаційними ознаками
4.	Встановити побічні фактори та врахувати їх	Аналіз та корекція логічних міркувань	Логічні операції мислення	Контроль та корекція багатогранного сприйняття образів інформації
5.	Зафіксувати результати спостереження	Узагальнення та систематизація операцій логіки сприйняття інформації	Фіксація змін у таблицях та звітах	Практика логічного запам'ятовування та змін інформації
6.	Проаналізувати результати спостереження	Розуміння головної суті сприймання інформації	Вибір орієнтирів для періодичних змін у потоці сприйняття інформації	Практика об'єктивного сприйняття об'єкту спостереження
7.	Сформулювати висновки спостереження	Формування уміння логічного завершення дій у сприйманні інформації	Перспективний аналіз результатів спостереження	Практика створення образу подальшого розвитку сприймання інформації

Прийом "навчання запам'ятовуванню" (рівень навички, параметр стереотипність) — цілеспрямоване сприйняття інформації у вигляді її автоматичного перекодування, використання опорних сигналів, мови символів з метою спрощення у запам'ятовуванні (таблиця 5).

Таблиця 5.

Технологічний аспект прийому “навчання запам’ятовуванню" у методології здобування знань (досвіду)

Індекс дії	Зміст дії	Мета дії	Операції	Засвоєння
1.	Визначення та оптимізація об’єму сприйнятої інформації	Врахування об’єму оперативної пам’яті до 5-7 символів	Виділення 5-7 головних елементів у інформації	Тренування у редагуванні текстів для запам’ятовування
2.	Підбір або створення мнемоопори	Змістові об’єднання запам’ятовувальних ознак	Кодування, символізація, створення опорних схем	Ознайомлення із відомими мнемоопорами
3.	Виділення логічних зв’язків, структурування інформації у мнемооопорах	Активізація логічної пам’яті	Запам’ятовування зв’язків між елементами інформації, складання наочної опори	Запам’ятовування формули у процесі її виведення
4.	Застосування схем мнемоопор у різних інформаційних середовищах	Активізація асоціативної пам’яті	Застосування утвореної мнемоопори у зв’язках з іншими, не менше 7 разів	Тренування у виборі різних інформаційних середовищ
5.	Багаторазове повторення схематичних мнемоопор	Посилення первинного запам’ятовування	Заучування мнемоопор	Повторне відтворення без повторного сприйняття
6.	Закріплення сприйнятих мнемоопор у різних ситуаціях	Відтворення запам’ятовувальної інформації у професійному контексті	Моделювання застосування запам’ятовувальної інформації у професійній діяльності	Запам’ятовування через емоційну опору у створених ситуаціях

Прийом інформаційного орієнтування (рівень уміння, параметр усвідомленість) — уміння побудувати власну пізнавальну активність із опорою на відомі або спеціально вивченні орієнтири (таблиця 6).

Таблиця 6.

Технологічний аспект навчання інформаційному орієнтуванню у методології здобування знань (досвіду)

Індекс дії	Зміст дії	Мета дії	Операції	Засвоєння
1.	Орієнтування у предметній галузі для функціонального пошуку	Конкретизація напряму подальшого пошуку	Класифікатори, інформаційно-пошукові системи	Тренування у роботі з класифікаторами
2.	Орієнтування у розділі предметної галузі	Пошук необхідного засобу	Ознайомлення із відомими засобами	Тренування у порівнянні існуючих можливих засобів
3.	Засвоєння необхідного засобу	Підготовка до застосування конкретного засобу	Вивчення процедур застосування засобу	Ознайомлення із процедурними відомостями для конкретного засобу
4.	Цілеспрямований предметний пошук	Предметний пошук об'єкту	Ознайомлення із засобами предметного пошуку	Тренування у використанні засобів предметного пошуку
5.	Застосування засобів приблизної орієнтації у цій предметній галузі	Діагностика ситуації	Засвоєння та звичне використання приблизних засобів орієнтації	Тренування у прийнятті орієнтувальних рішень за умов відсутності звичних засобів

Прийом формулювання проблеми (рівень переконання, параметр пристрасність) — цілеспрямоване сприйняття інформації крізь призму світобачення з метою подальшого прогнозування наслідків реалізації власного стилю пізнання (таблиця 7).

Таблиця 7.

Технологічний аспект формулювання пізнавальної проблеми у методології здобування знань (досвіду)

Індекс дії	Зміст дії	Мета дії	Операції	Засвоєння
1.	Вивчення типових несприятливих ситуацій та вдалого їх розв'язання	Використання попереднього досвіду роботи у предметній діяльності для ідентифікації ситуації та типового розв'язання	Перелік ситуацій та способів їх розв'язання	Тренування у складанні переліку та аналіз способів розв'язків
2.	Виявлення категорично несприятливих впливів отриманої інформації	Виявлення факторів несприятливого впливу	Факторний, кореляційний аналіз, експертиза даних	Тренування з аналізу існуючих ситуацій, виявлення потенціально-впливових факторів
3.	Пошук успішного розв'язання ситуації у порівнянні з еталонним зразком результату	Виявлення напряму подолання несприятливої ситуації	Алгоритм винаходження, системний аналіз реалізації розв'язку проблеми	Тренування у розв'язуванні винахідницьких задач

Сукупність описаних технологічних прийомів сприйняття інформації у цілеспрямованому управлінні пізнавальною діяльністю студентів розгортає дидактичні основи методології здобування знань у галузі теорія та методика навчання фізики. З метою формування оптимальних умов навчального середовища пізнавальної активності студентів ми інтегрували та диференціювали технологічні прийоми теорії пізнання за параметрами діяльності та рівнями якості знань. Такий особистісно-орієнтований підхід реалізує проблему вироблення власного, неповторно стилю мислення та пізнання оточуючого світу.

Висновок. Скоординована навчально-пізнавальна діяльність студентів з методики навчання фізики за проектованими рівнями формує у майбутнього вчителя фізики фахові риси: творче перенесення, наполегливість, раціональність, інтуїтивність, методологічність тощо.

Формування методології здобування професійних знань студентів — це цілеспрямований процес організації та управління пізнавальною активністю майбутнього вчителя фізики засобами методичних завдань еталонного змісту (проектовані технологічні прийоми сприйняття та переробки інформації та їх інтегративні прототипи) з метою його прогнозованості, результативності та об'єктивності.

Список використаних джерел:

1. Ананьев Б.Г. Человек как предмет познания. — Л.: Издательство ЛГУ, 1969. — 176 с.
2. Анохин П.К. Философские теории функциональной системы // Философские проблемы биологии. — М.: Просвещение, 1973. — С.81-265.
3. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет, інформаційно-видавничий відділ, 1999. — 174 с.
4. Атаманчук П.С. Управління процесом навчально-пізнавальної діяльності. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний педагогічний інститут, 1997. — 136 с.
5. Гальперин П.Я., Талызина Н.Ф. Управление познавательной деятельностью учащихся. — М., 1972. — С.80-81.
6. Крысько В.Г. Психология и педагогика: Схемы и комментарии. — М.: Владоспресс, 2001. — 368 с.
7. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. — М.: Политиздат, 1977. — 304 с.
8. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. М.: Синтег, 2007.
9. Ожегов С.И. Словарь русского языка / Под. ред. Н.Ю.Шведовой. — М.: Рус.яз., 1984. — С.309.
10. Советский энциклопедический словарь. – М.: Большая российская энциклопедия, 2002.
11. Философский энциклопедический словарь. – М.: Сов. Энциклопедия, 1983.

The technological receptions of perception and processing of information after standard signs in the aspect of methodology of forming of work experience of future teacher of physics are described in the article.

Key words: *methodology of getting of professional knowledges, perception and perception of information, technological receptions of standard maintenance: contemplation, inheritance, supervision, complete domain of getting of knowledges, "studies memorizing", informative orientation, formulation of problem, methodology.*

УДК 681.142.2

Ю.Л.Сморжевський, кандидат педагогічних наук, старший викладач

Л.О.Сморжевський, кандидат педагогічних наук, доцент

ПРО МЕТОДИКУ ВИКОРИСТАННЯ ПЕДАГОГІЧНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ GRAN 1 ПРИ ВИВЧЕННІ ОБЕРНЕНИХ ФУНКЦІЙ В КУРСІ АЛГЕБРИ І ПОЧАТКІВ АНАЛІЗУ 10 КЛАСУ СЕРЕДНІХ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

У статті розкрито методику використання педагогічного програмного засобу GRAN 1 при вивченні десятикласниками поняття обернених функцій, їх властивостей і обернених тригонометричних функцій.

Ключові слова: *педагогічний програмний засіб GRAN 1, обернена функція, обернені тригонометричні функції.*

Нові інформаційні технології в освіті – це комплекс навчальних і навчально-методичних матеріалів, технічних та інструментальних засобів обчислювальної техніки навчального призначення, а також система наукових знань про роль і місце обчислювальної техніки в навчальному процесі, про форми і методи їх застосування для вдосконалення праці вчителів та учнів.

На даний час розроблено значну кількість педагогічних програмних засобів (ППЗ), що дозволяють розв’язувати за допомогою комп’ютера досить широке коло математичних задач різної складності. Найбільш доцільним для підтримки вивчення курсу алгебри і початків аналізу в середніх загальноосвітніх навчальних закладах є ППЗ GRAN 1, створений М.І. Жалдаком і Ю.В. Горошко у НПУ ім. Драгоманова.

Названа програма проста у користуванні, оснащена досить зручним інтерфейсом, максимально наближеним до інтерфейсу найбільш поширених програм загального призначення. Від користувача не вимагається значного обсягу знань з інформатики, основ обчислювальної техніки, програмування, а лише знання найбільш простіших понять, які цілком доступні учням.

У курсі алгебри і початків аналізу обернені тригонометричні функції відіграють важливу роль, оскільки вони використовуються при розв’язуванні тригонометричних рівнянь і нерівностей, які займають значне місце в тестах для зовнішнього незалежного оцінювання випускників. Однак, на даний час ще недостатньо розроблена методика використання ППЗ GRAN 1 при вивченні обернених функцій.

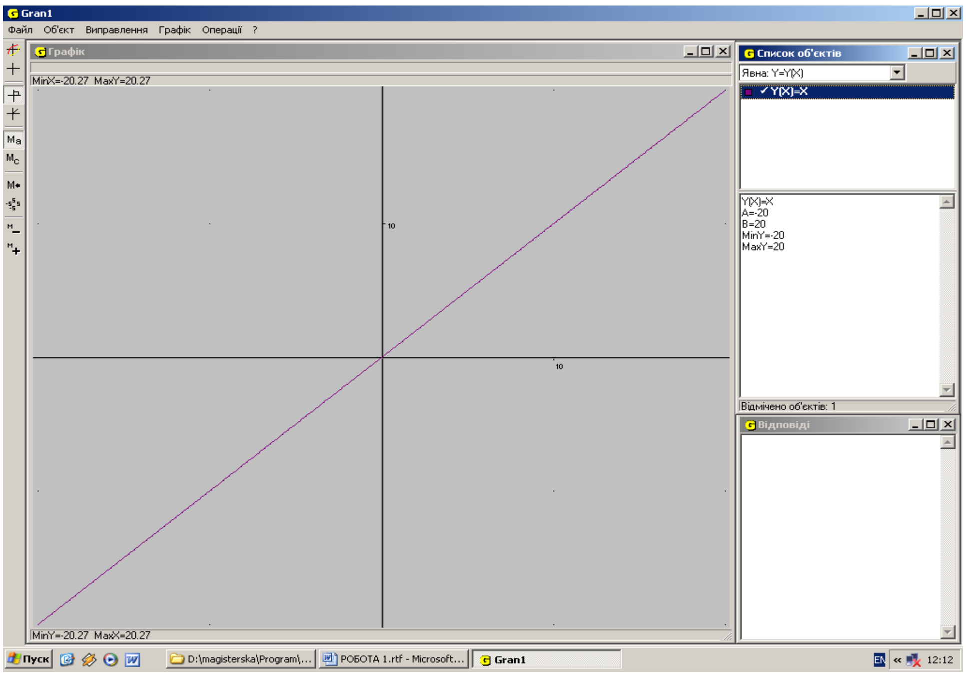
В даній статті ми розглянемо методику використання ППЗ GRAN 1 при вивченні поняття обернених функцій і обернених тригонометричних функцій та їх властивостей.

Спочатку вчитель на конкретних прикладах вводить поняття оберненої і оборотної функцій, дає їм означення. Для з’ясування властивості обернених функцій (графіки симетричні відносно бісектриси першого і третього координатних кутів) доцільно запропонувати учням виконати такі вправи:

1. Побудувати графік функції $y=x$ (бісектрису першого і третього координатних кутів) (Мал. 1).

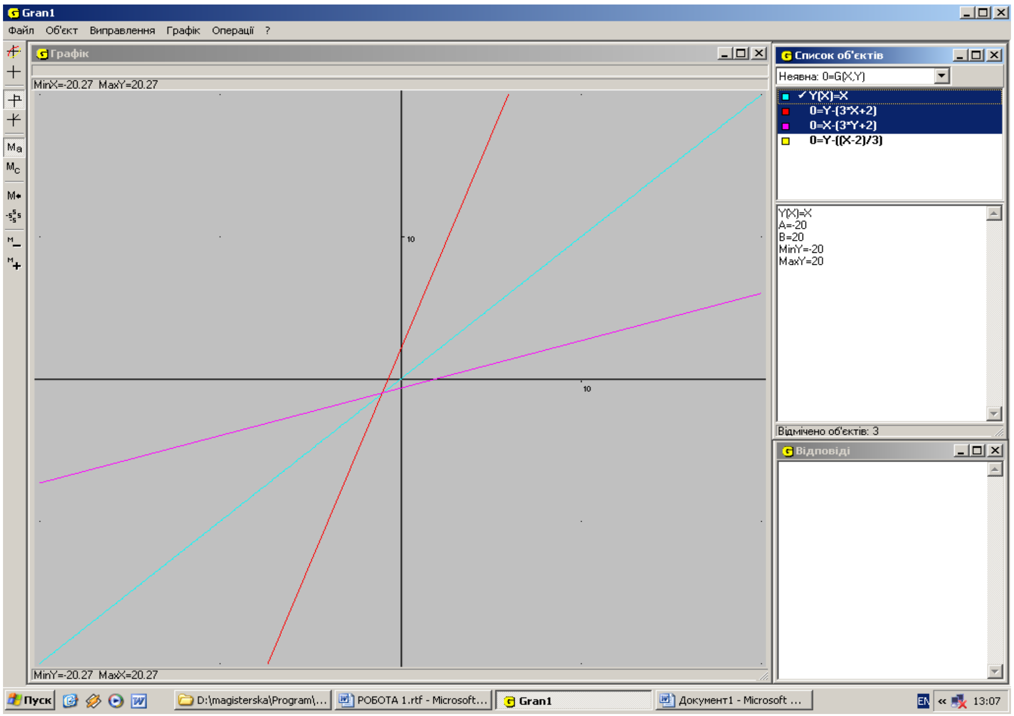
Розглянемо функцію $y=3x+2$. Це лінійна функція. Область визначення і область значень її є множина всіх дійсних чисел. Згідно з означенням дана функція є оборотною, тому що різним значенням аргументу з області її визначення відповідають різні значення функції, тобто функція кожного свого значення набуває один раз. Отже, дана функція має обернену.

2. Розв’яжемо рівняння $y=3x+2$ відносно змінної x. Дістанемо також лінійну



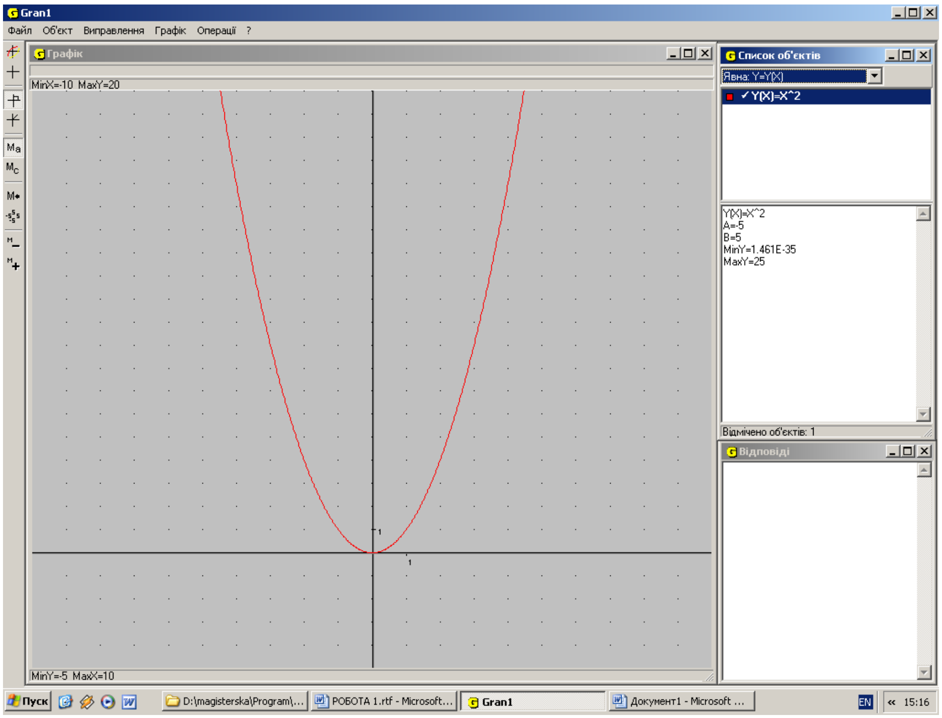
Мал. 1

функцію $x=\dfrac{y-2}{3}$, яка задає залежність x від y. Функція $x=\dfrac{y-2}{3}$ називається оберненою до функції $y=3x+2$. Поміняємо в рівності $x=\frac{y-2}{3}$ позначення, одержимо функцію $y=\frac{x-2}{3}$, обернену до $y=3x+2$. Побудуємо графіки функцій $y=3x+2$ та $y=\frac{x-2}{3}$ в одній системі координат (Мал. 2).



Мал. 2

Ми помічаємо, що графіки даної функції і оберненої до неї розміщені



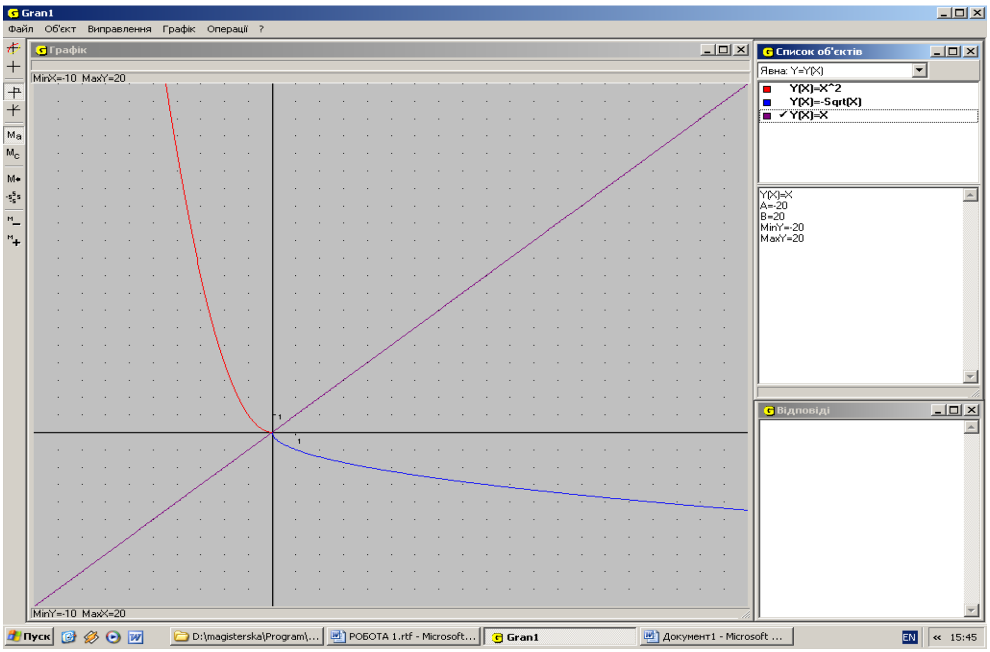
Мал. 3

симетрично відносно бісектриси першого і третього координатних кутів.

3. Нехай задано функцію $y=x^2$. Областю визначення є множина всіх дійсних чисел, а область значень — множина невід'ємних чисел, тобто $y\in[0, +\infty)$. Як видно з графіка функції (мал.3), кожному значенню y (крім y=0) відповідає два значення аргументу x_1 та x_2.Це означає, що функція $y=x^2$ на всій області визначення не має оберненої. Проте, якщо розглядати підмножини області визначення, наприклад $(-\infty; 0]$, або $[0; +\infty)$, то на цих підмножинах функція $y=x^2$ кожного свого значення набуває лише при одному значення аргументу.

На першій з цих підмножин функція спадає, а на другій — зростає. На кожній із них існує функція, обернена до $y=x^2$. Знайдемо, наприклад, функцію, обернену до $y=x^2$, якщо $x\in(-\infty; 0]$, тобто x — не додатне. Тут областю визначення є множина $(-\infty; 0]$, а областю значень — множина невід'ємних значень y, тобто $y\in[0; +\infty)$.

Вважатимемо тепер y незалежною змінною, а x — залежною і розв'яжемо рівняння $y=x^2$ відносно змінної x: $x=\pm\sqrt{y}$, але за умовою x не додатне, тому $x=-\sqrt{y}$. Функція $x=-\sqrt{y}$ є оберненою до функції $y=x^2$ за умови $x\leq 0$. Поміняємо позначення, одержимо функцію $y=-\sqrt{x}$, обернену до $y=x^2$.Областю визначення оберненої функції $y=-\sqrt{x}$ є множина $[0; +\infty)$, бо x в арифметичному корені невід'ємне, а областю значень — множина $(-\infty; 0]$.



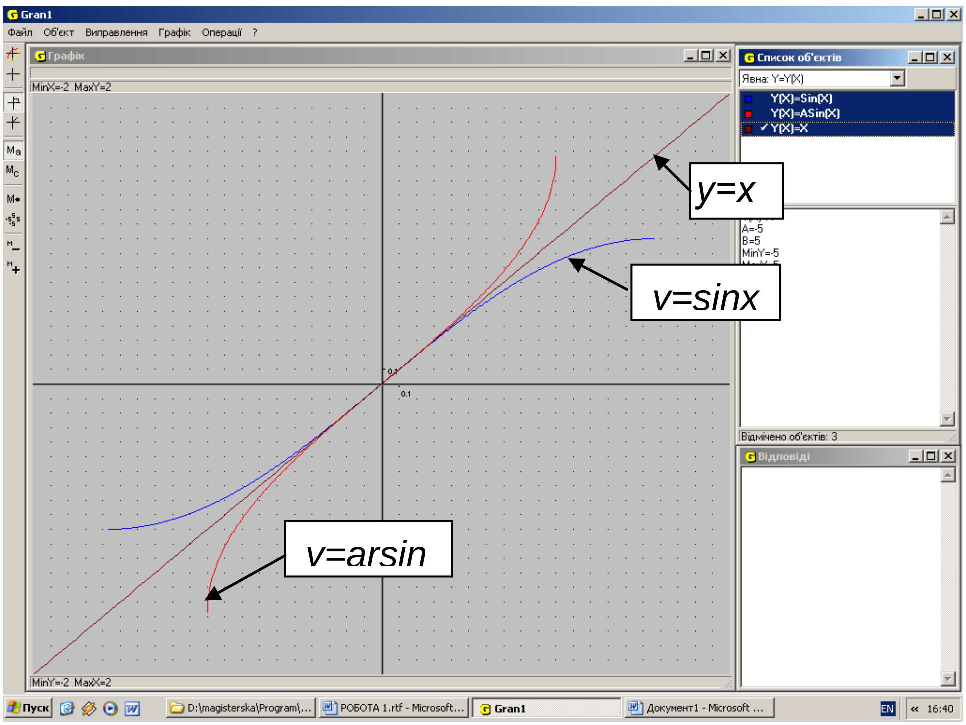
Мал.4

Побудуємо графіки функцій $y=x^2$, $x\leq 0$ та $y=-\sqrt{x}$, $x\geq 0$ в одній системі координат (мал.4). Побудовані графіки також симетричні відносно прямої $y=x$.

4. Розглянемо функцію $y=sinx$. Дана функція не є оборотною на всій області визначення. Разом з тим, на всіх проміжках, де вона зростає або спадає, існує обернена для неї функція. Виберемо такий із проміжків монотонності, значення x у якому найближчі до 0. Це проміжок $\left[-\frac{\pi}{2};\frac{\pi}{2}\right]$. Розв'яжемо рівняння $y=sinx$ відносно x. Це означає, що треба знайти таке число x, синус якого дорівнює y. На обраному проміжку таке число буде єдине. Для його позначення використовують символ $x=arcsiny$. Ця функція $x=arcsiny$ буде оберненою до функції $y=sinx$, якщо $x\in\left[-\frac{\pi}{2};\frac{\pi}{2}\right]$. Поміняємо позначення незалежної і залежної змінних, одержимо: функцію $y=arcsinx$, обернену до функції $y=sinx$. Легко бачити, що області визначення і області значень взаємно обернених функцій помінялися "своїми" множинами. Побудуємо графіки цих функцій, вони симетричні відносно прямої $y=x$ (мал. 5).

Аналогічно вводимо поняття функції $y = arccosx$.

5. Розглянемо функцію $y=tgx$. Дана функція не є оборотною на всій області визначення. Разом з тим, на всіх проміжках, де вона зростає, існує обернена для неї функція. Виберемо такий із проміжків монотонності, значення x у якому

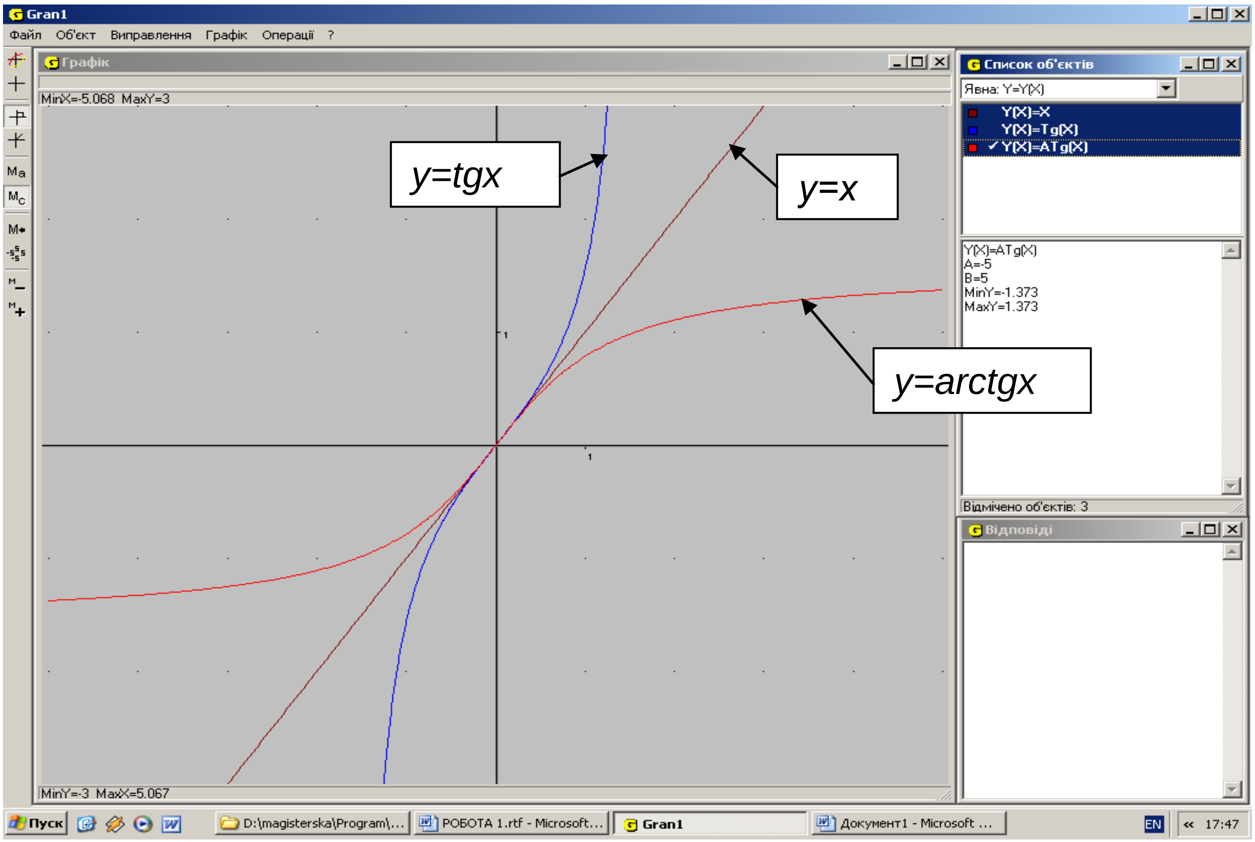


Мал. 5

найближчі до 0. Це проміжок $\left[-\frac{\pi}{2};\frac{\pi}{2}\right]$. Розв’яжемо рівняння $y=tgx$ відносно x. Це означає, що треба знайти таке число x, тангенс якого дорівнює y. На обраному проміжку таке число буде єдине. Для його позначення використовують символ $x=arctgy$. Ця функція $x=arctgy$ буде оберненою до функції $y=tgx$, якщо $x\in\left[-\frac{\pi}{2};\frac{\pi}{2}\right]$. Поміняємо позначення незалежної і залежної змінних, одержимо функцію $y=arctgx$, обернену до функції $y=tgx$. Побудуємо графіки цих функцій, вони симетричні відносно прямої $y=x$ (мал. 6).

Аналогічно розглядаємо функцію $y=arcctgx$.

Результати експериментальних досліджень свідчать про те, що використання ППЗ GRAN 1 при вивченні обернених функцій в курсі алгебри і початків аналізу 10 класу дає можливість розвивати в учнів стійкий інтерес до вивчення математики.



Мал. 6

In the article the method of the use of pedagogical programmatic mean of GRAN 1 is exposed at the study of concept of reverse functions, their properties and reverse trigonometric functions desyatiklasnikami.

Key words: *pedagogical programmatic mean of GRAN 1, reverse function, reverse trigonometric functions.*

УДК 517.5

В.А.Сорич, кандидат фізико-математичних наук, доцент,
Н.М.Сорич, кандидат фізико-математичних наук, доцент,
А.В.Сорич, здобувач Інституту математики НАН України

СУМІСНЕ НАБЛИЖЕННЯ ПЕРІОДИЧНИХ АНАЛІТИЧНИХ ФУНКЦІЙ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕНИХ ПОХІДНИХ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИМИ ТРИГОНОМЕТРИЧНИМИ МНОГОЧЛЕНАМИ

Знайдено асимптотичні рівності для верхніх меж сумісного наближення інтегралів Пуассона інтерполяційними тригонометричними многочленами на класах згорток періодичних функцій, що допускають регулярне продовження у фіксовану смугу комплексної площини.

Ключові слова: *Інтеграл Пуассона, інтерполяційний многочлен, сумісне наближення.*

Нехай C — простір неперервних 2π-періодичних функцій f із нормою $\|f\|_C = \max\limits_t |f(t)|$, L_∞ — простір 2π-періодичних вимірних і суттєво обмежених функцій f із нормою $\|f\|_\infty = \operatorname*{ess\,sup}\limits_t |f(t)|$, $L = L_1$ — простір 2π-періодичних сумовних функцій f, в якому норма означається рівністю $\|f\|_1 = \int\limits_{-\pi}^{\pi} |f(t)|\,dt$. Інтегралом Пуассона функції $\varphi \in L$ називають функцію $f(x)$, яку можна подати у вигляді

$$f(x) = I_\beta^q(\varphi; x) = \frac{a_0}{2} + \frac{1}{\pi}\int\limits_{-\pi}^{\pi} \varphi(x+t)\,\mathscr{P}_\beta^q(t)\,dt, \qquad (1)$$

де $\mathscr{P}_\beta^q(t) = \sum\limits_{k=1}^{\infty} q^k \cos\left(kt + \frac{\beta\pi}{2}\right)$ — ядро Пуассона з параметрами $q \in (0;1)$ і $\beta \in R$, а $\varphi \perp 1$. Множину всіх функцій, що подаються у вигляді (1) при $\varphi \in L$ позначимо через L_β^q. Крім того, покладемо $C_\beta^q = L_\beta^q \cap C$, $C_{\beta,\infty}^q$ $C_\beta^q C$ — підмножина функцій із C_β^q, для яких $\|\varphi\|_\infty \le 1$ $(\varphi \in C)$.

Нехай, далі, числа q, q_i $(i = \overline{1,m})$ підпорядковані умові $0 < q < q_1 \le \ldots \le q_m \le 1$, $\beta, \beta_i \in R$. Позначимо

$\tilde{\sum}_{n,m}(f; x) = \sum\limits_{i=1}^{m} q_i^n \left(f_{\beta_i}^{q_i}(x) - \tilde{S}_{n-1}(f_{\beta_i}^{q_i}; x) \right)$, де $\tilde{S}_n(f; x)$ —

тригонометричний многочлен порядку n, який інтерполює функцію $f(x)$ в точках $x_k^{(n)} = \frac{2k\pi}{2n+1}$, $k \in Z$, тобто такий, що $\tilde{S}_n\left(f; x_k^{(n)}\right) = f\left(x_k^{(n)}\right)$, а $f_{\beta_i}^{q_i}(x)$ — похідна порядку $(q_i;\beta_i)$ в сенсі Степанця, яка означається наступним чином.

Нехай $S(f) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty}(a_k \cos kx + b_k \sin kx)$ — ряд Фур'є функції $f(x) \in L$, то

$$S\left[f_{\beta_i}^{q_i}\right] = \sum_{k=1}^{\infty} q_i^{-k}\left(a_k \cos\left(kx + \frac{\beta_i \pi}{2}\right) + b_k \sin\left(kx + \frac{\beta_i \pi}{2}\right)\right) \qquad (2)$$

(див., напр., [1, с. 25] при $\psi(k) = q^{-k}$).

Зазначимо також (див., напр., [2, с. 88]), що функції, які подаються у вигляді (1), допускають аналітичне продовження до функції $f(z) = f(x+iy)$, аналітичної в смузі $|y| \le \ln\frac{1}{q}$.

Простір тригонометричних многочленів t_{n-1}, порядок яких не перевищує $n-1$, позначимо через $\mathscr{T}_{2n\text{-}1}$, а через $E_n(f)_C = \inf_{t_{n-1}} \left\| f(x) - t_{n-1}(x) \right\|_C$ — найкраще наближення $f(x)$ многочленами із $\mathscr{T}_{2n\text{-}1}$ в метриці C.

Нехай $\tilde{\rho}_n(f;x) = f(x) - \tilde{S}_{n-1}(f;x)$, тоді

$$\tilde{\sum}_{n,m}(f;x) = \sum_{i=1}^{m} q_i^n \left(f_{\beta_i}^{q_i}(x) - \tilde{S}_{n-1}\left(f_{\beta_i}^{q_i};x\right)\right) = \sum_{i=1}^{m} q_i^n f_{\beta_i}^{q_i}(x) -$$

$$-\tilde{S}_{n-1}\left(\sum_{i=1}^{m} q_i^n f_{\beta_i}^{q_i}(x)\right) = \tilde{\rho}_n(F;x), \qquad (3)$$

де $F(x) = \sum_{i=1}^{m} q_i^n f_{\beta_i}^{q_i}(x)$.

В роботі досліджується асимптотична поведінка при $n \to \infty$ величин $\tilde{\sum}_{n,m}(f;x)$ при $f \in C_{\beta,\infty}^{q}$ та

$$\tilde{\mathscr{E}}_{n,m}\left(C_{\beta,\infty}^{q};x\right) = \sup_{f \in C_{\beta,\infty}^{q}} \left|\tilde{\sum}_{n,m}(f;x)\right|. \qquad (4)$$

При $m=1$ ця задача розв’язана в [3].

Основний результат нашої роботи міститься в наступному твердженні.

Теорема. Нехай $0<q<q_1\le\ldots\le q_m\le 1,\ \beta,\ \beta_i\in R,\ i=\overline{1,m},\ x\in R$, тоді при $n\to\infty$

$$\tilde{\mathscr{E}}_{n,m}\left(C^q_{\beta,\infty};x\right)=\frac{2}{\pi}q^n\left|\sin\frac{2n-1}{2}x\right|\left(M+O(1)\frac{q}{n(q_m-q)}\right),\tag{5}$$

де

$$M=\int_{-\pi}^{\pi}\sqrt{A^2(t)+B^2(t)}\,dt,\tag{6}$$

$$A(t)=\sum_{i=1}^{m}\left(g_i(t)\cos\frac{\beta_i\pi}{2}-h_i(t)\sin\frac{\beta_i\pi}{2}\right),$$

$$B(t)=\sum_{i=1}^{m}\left(g_i(t)\sin\frac{\beta_i\pi}{2}+h_i(t)\cos\frac{\beta_i\pi}{2}\right),\qquad g_i(t)=\frac{1-\frac{q}{q_i}\cos t}{1-2\frac{q}{q_i}\cos t+\left(\frac{q}{q_i}\right)^2},$$

$$h_i(t)=\frac{\frac{q}{q_i}\sin t}{1-2\frac{q}{q_i}\cos t+\left(\frac{q}{q_i}\right)^2},\tag{7}$$

$O(1)$ — величина, рівномірно обмежена по x, n, q_i, β_i.

Перед доведенням теореми дослідимо поведінку величини $\tilde{\sum}_{n,m}(f;x)=\tilde{\rho}_n(F;x)$.

Лема 1. Нехай $0<q<q_1\le\ldots\le q_m\le 1,\ \beta,\ \beta_i\in R,\ i=\overline{1,m}$. Тоді для $\forall f(x)\in C^q_\beta C$, $x\in R$ при $n\to\infty$

$$\left|\tilde{\rho}_n(F;x)\right|\le\frac{2}{\pi}q^n\left|\sin\frac{2n-1}{2}x\right|\left(M+O(1)\frac{q}{n(q_m-q)}\right)E_n\left(f^q_\beta\right)_C.\tag{8}$$

При цьому для $\forall f(x)\in C^q_\beta C$ при довільних $n\in N$, $x\in R$ знайдеться функція

$\Phi(t)=\Phi(f;n;x;t)$ така, що $E_n(\Phi_\beta^q)_C=E_n(f_\beta^q)_C$ і для неї виконується рівність

$$\left|\tilde{\sum}_{n,m}(\Phi;x)\right|=\frac{2}{\pi}q^n\left|\sin\frac{2n-1}{2}x\right|\left(M+O(1)\frac{q}{n(q_m-q)}\right)E_n(\Phi_\beta^q), \tag{9}$$

де величини $M, O(1)$ мають той самий зміст, що у теоремі.

Лема 1 показує, що нерівність (8) є асимптотично точною при довільних $x\in R$ на всьому просторі $C_\beta^q C$.

Лема 2. Нехай $0<q<q_1\le\ldots\le q_m\le 1,\ \beta,\ \beta_i\in R,\ i=\overline{1,m}$. Тоді для довільної функції $f(x)\in C_\beta^q,\ \forall n\in N$ має місце рівність

$$\tilde{\rho}_n(F;x)=$$

$$=\frac{2}{\pi}\sin\frac{2n-1}{2}x\int_{-\pi}^{\pi}\delta_n(t+x)\left\{\sum_{i=1}^{m}q_i^n\left(\sum_{\nu=n}^{\infty}\left(\frac{q}{q_i}\right)^{\nu}\cos(\nu t+\gamma_{n,i})+r_{n,i}(t)\right)\right\}dt, \tag{10}$$

де $x\in R$, $\delta_n(\tau)=f_\beta^q(\tau)-t_{n-1}(\tau)$, t_{n-1} — довільний тригонометричний многочлен простору $\mathcal{T}_{2n-1}$, а величини $r_{n,i}(t)$ та $\gamma_{n,i}$ означаються рівностями

$$r_{n,i}(t)=r_{n,i}\left(\frac{q}{q_i};\beta-\beta_i;x;t\right)=$$

$$=\sum_{k=1}^{\infty}\sum_{\nu=(2k+1)n-k}^{\infty}\left(\frac{q}{q_i}\right)^{\nu}\sin\left(\nu t+\left(k+\frac{1}{2}\right)(2n-1)x+\frac{\pi(\beta-\beta_i)}{2}\right), \tag{11}$$

$$\gamma_{n,i}=\gamma_{n,i}(\beta-\beta_i;x)=\frac{(2n-1)x+\pi(\beta-\beta_i-1)}{2}\overset{df}{=}\gamma_n-\frac{\beta_i\pi}{2},\ i=\overline{1,m}. \tag{12}$$

Доведення леми 2. Якщо $f(x)\in C_\beta^q$, то із роботи [3] слідує, що $\forall n\in N$, $\forall x\in R$ справедлива рівність

$$f(x)-\tilde{S}_n(f;x)=\frac{2}{\pi}\sin\frac{2n-1}{2}x\int_{-\pi}^{\pi}\varphi(t+x)\left(\sum_{\nu=n}^{\infty}q^{\nu}\cos\left(\nu t+\frac{(2n-1)x+\pi(\beta-1)}{2}\right)+\right.$$

$$+\sum_{k=1}^{\infty}\sum_{\nu=(2k+1)n-k}^{\infty} q^{\nu}\sin\left(\nu t+\left(k+\frac{1}{2}\right)(2n-1)x+\frac{\beta\pi}{2}\right)\Bigg)dt, \qquad (13)$$

де $\varphi(\cdot) = f_{\beta}^{q}(\cdot)$.

Нехай $f(x) \in C_{\beta}^{q}$, тоді згідно (1) та (2) $f_{\beta_i}^{q_i}(x) \in C_{\beta-\beta_i}^{\frac{q}{q_i}}$. Тому для виразу $\tilde{\rho}_n(F;x)$ в силу (3) та (13) можемо записати наступне подання

$$\tilde{\rho}_n(F;x) =$$

$$=\frac{2}{\pi}\sin\frac{2n-1}{2}x\int_{-\pi}^{\pi}\varphi(t+x)\left\{\sum_{i=1}^{m}q_i^n\left(\sum_{\nu=n}^{\infty}\left(\frac{q}{q_i}\right)^{\nu}\cos\left(\nu t+\frac{(2n-1)x+\pi(\beta-\beta_i-1)}{2}\right)\right)+\right.$$

$$\left.+\sum_{k=1}^{\infty}\sum_{\nu=(2k+1)n-k}^{\infty}\left(\frac{q}{q_i}\right)^{\nu}\sin\left(\nu t+\left(k+\frac{1}{2}\right)(2n-1)x+\frac{\beta-\beta_i}{2}\pi\right)\right)\right\}dt,$$

або, враховуючи позначення (11) та (12), воно буде таким

$$\tilde{\rho}_n(F;x) =$$

$$=\frac{2}{\pi}\sin\frac{2n-1}{2}x\int_{-\pi}^{\pi}\varphi(t+x)\left\{\sum_{i=1}^{m}q_i^n\left(\sum_{\nu=n}^{\infty}\left(\frac{q}{q_i}\right)^{\nu}\cos(\nu t+\gamma_{n,i})+r_{n,i}(t)\right)\right\}dt. \qquad (14)$$

Функції $\sum_{\nu=n}^{\infty}\left(\frac{q}{q_i}\right)^{\nu}\cos(\nu t+\gamma_{n,i})$ та $r_{n,i}(t)$ $(i=\overline{1,m})$ ортогональні довільному тригонометричному поліномові $t_{n-1}\in\mathcal{T}_{2n-1}$, тому в (14) вираз $\varphi(\cdot) = f_{\beta}^{q}(\cdot)$ можна замінити величиною $\delta_n(\cdot)$ і тоді із (14) випливає (10) для довільної функції $f\in C_{\beta}^{q}$.

Доведення леми 1. Із рівності (10) випливає, що справедливе наступне співвідношення

$$\tilde{\rho}_n(F;x) =$$

$$= \frac{2q^n}{\pi}\sin\frac{2n-1}{2}x\int_{-\pi}^{\pi}\delta_n(t+x)\left(\sum_{i=1}^{m}\sum_{\nu=0}^{\infty}\left(\frac{q}{q_i}\right)^{\nu}\cos\left((n+\nu)t+\gamma_{n,i}\right)\right)dt+$$

$$+\frac{2}{\pi}\sin\frac{2n-1}{2}x\sum_{i=1}^{m}q_i^n\int_{-\pi}^{\pi}\delta_n(t+x)\,r_{n,i}(t)\,dt. \qquad (15)$$

В силу (11) при кожному i: $1\le i\le m$

$$\left|r_{n,i}(t)\right|\le\sum_{k=1}^{m}\sum_{\nu=(2k+1)(n-k)}^{\infty}\left(\frac{q}{q_i}\right)^{\nu}=\sum_{k=1}^{m}\frac{\left(\frac{q}{q_i}\right)^{(2k+1)(n-k)}}{1-\frac{q}{q_i}}=\frac{\left(\frac{q}{q_i}\right)^{n}}{1-\frac{q}{q_i}}\cdot\frac{\left(\frac{q}{q_i}\right)^{2n-1}}{1-\left(\frac{q}{q_i}\right)^{2n-1}}.$$

Оскільки при $|b|<1$ $\lim\limits_{n\to\infty}nb^n=0$, то $\dfrac{\left(\frac{q}{q_i}\right)^{2n-1}}{1-\left(\frac{q}{q_i}\right)^{2n-1}}=o(1)\dfrac{\frac{q}{q_i}}{n}$, звідки

$$\left|r_{n,i}(t)\right|\le o(1)\frac{\left(\frac{q}{q_i}\right)^{n+1}}{\left(1-\frac{q}{q_i}\right)n}. \qquad (16)$$

Об'єднуємо співвідношення (15) та (16) і отримуємо: $\forall x\in R$

$\left|\tilde{\rho}_n(F;x)\right|\le$

$$\le\frac{2q^n}{\pi}\left|\sin\frac{2n-1}{2}x\right|\left(\int_{-\pi}^{\pi}\left|\delta_n(t+x)\right|\left|\sum_{i=1}^{m}\sum_{\nu=0}^{\infty}\left(\frac{q}{q_i}\right)^{\nu}\cos\left((n+\nu)t+\gamma_{n,i}\right)\right|dt+\right.$$

$$\left.+\int_{-\pi}^{\pi}\left|\delta_n(t+x)\right|\left|\sum_{i=1}^{m}o(1)\frac{\frac{q}{q_i}}{\left(1-\frac{q}{q_i}\right)n}\right|dt\right). \qquad (17)$$

Вибираючи в (17) в якості $t_{n-1}(\cdot)$ поліном найкращого наближення в просторі C функції $f_\beta^q(\cdot)$, матимемо:

$$\left|\tilde{\rho}_n(F;x)\right| \le \frac{2q^n}{\pi}\left|\sin\frac{2n-1}{2}x\right|\left(\int_{-\pi}^{\pi}\left|\sum_{i=1}^{m}\sum_{\nu=0}^{\infty}\left(\frac{q}{q_i}\right)^{\nu}\cos\left((n+\nu)t+\gamma_{n,i}\right)\right|dt+\right.$$

$$\left.+o(1)\frac{q}{(q_m-q)n}\right)E_n\left(f_\beta^q\right)_C. \qquad (18)$$

В роботі [4] показано, що при виконанні умов леми 1 справедлива асимтотична рівність

$$\int_{-\pi}^{\pi}\left|\sum_{i=1}^{m}\sum_{\nu=0}^{\infty}\left(\frac{q}{q_i}\right)^{\nu}\cos\left((n+\nu)t+\frac{(\beta-\beta_i)\pi}{2}\right)\right|dt = M+O(1)\frac{q}{(q_m-q)n}, \qquad (19)$$

де M, A, B, $O(1)$ вибрані згідно теореми.

Підставляємо оцінку (19) в нерівність (18) і одержуємо співвідношення (8).

Доведемо тепер другу частину леми 1. В силу (15), (16) і ортогональності функції $\sum_{i=1}^{m}q_i^n r_{n,i}(t)$ довільному поліномові $t_{n-1}(\cdot)\in\mathcal{T}_{2n-1}$ для довільної функції $f(x)\in C_\beta^q C$ справедлива рівність:

$$\tilde{\sum}_{n,m}(f;x) =$$

$$=\frac{2q^n}{\pi}\sin\frac{2n-1}{2}x\left(\int_{-\pi}^{\pi}f_\beta^q(x+t)\sum_{i=1}^{m}\sum_{\nu=0}^{\infty}\left(\frac{q}{q_i}\right)^{\nu}\cos\left((n+\nu)t+\gamma_{n,i}\right)dt+\right.$$

$$\left.+O(1)\frac{q}{(q_m-q)n}E_n\left(f_\beta^q\right)_C\right)=$$

$$=\frac{2}{\pi}\sin\frac{2n-1}{2}x\left(\int_{-\pi}^{\pi}f_\beta^q(x+t)\sum_{i=1}^{m}q_i^n\sum_{\nu=n}^{\infty}\left(\frac{q}{q_i}\right)^{\nu}\cos(\nu t+\gamma_{n,i})\,dt+\right.$$

$$\left.+O(1)\frac{q^{n+1}}{(q_m-q)n}E_n\left(f_\beta^q\right)_C\right). \qquad (20)$$

Якщо $\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi}f_\beta^q(x+t)\sum_{\nu=1}^{\infty}q^n\cos(\nu t+\gamma_n)\,dt=g(x)$, то $g(x)=I_{\gamma_n}^q\left(f_\beta^q\right)$ і

$$\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} f_\beta^q(x+t)\sum_{i=1}^{m} q_i^n \sum_{\nu=n}^{\infty}\left(\frac{q}{q_i}\right)^{\nu}\cos(\nu t+\gamma_{n,i})\,dt=\sum_{i=1}^{m} q_i^n\left(g_{\beta_i}^{q_i}(x)-S_n(g_{\beta_i}^{q_i};n)\right)=$$

$$=\sum\nolimits_{n,m}(g;x), \qquad (21)$$

де $S_n(f;x)$ — частинна сума порядку n ряду Фур'є функції $f(x)$. З результатів робіт [3] та [4] випливає, що при кожному $n\in N$ для функції $g(x)$ знайдеться функція $\bar\varphi(t)=\bar\varphi(n;x;t)$ така, що $E_n(\bar\varphi)_C=E_n(f_\beta^q)_C$,

$$G(\tau)=I^q_{\frac{2\gamma_n}{\pi}}(\bar\varphi;\tau)=\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi}\tilde\varphi(\tau+t)\sum_{\nu=1}^{\infty} q^{\nu}\cos(\nu t+\gamma_n)\,dt$$ і

$$\left\|\sum\nolimits_{n,m}(G;x)\right\|_C==\left|\sum\nolimits_{n,m}(G;x_0)\right|=\frac{q^n}{\pi}\left(M+O(1)\frac{q}{(q_m-q)n}\right)E_n(\bar\varphi)_C. \qquad (22)$$

Тоді функція $\Phi(t)=I_\beta^q(\bar\varphi(t-x+x_0))$ буде шуканою.

Дійсно, оскільки $\Phi_\beta^q(t)=\bar\varphi(t-x+x_0)$, то $E_n(\Phi_\beta^q)_C=E_n(\bar\varphi)_C=$ $=E_n(f_\beta^q)_C$. В силу співвідношень (20)-(22) для заданих x та n будемо мати

$$\left|\tilde\sum\nolimits_{n,m}(\Phi;x)\right|=\frac{2}{\pi}\left|\sin\frac{2n-1}{2}x\right|\left(\left|\int_{-\pi}^{\pi}\bar\varphi(t+x_0)\sum_{i=1}^{m} q_i^n\sum_{\nu=n}^{\infty}\left(\frac{q}{q_i}\right)^{\nu}\cos(\nu t+\gamma_{n,i})\,dt\right|+\right.$$

$$\left.+O(1)\frac{q^{n+1}}{(q_m-q)n}E_n(\Phi_\beta^q)_C\right)=\frac{2}{\pi}\left|\sin\frac{2n-1}{2}x\right|\left(q^n\left(M+O(1)\frac{q}{(q_m-q)n}\right)E_n(\bar\varphi)_C+\right.$$

$$\left.+O(1)\frac{q^{n+1}}{(q_m-q)n}E_n(\Phi_\beta^q)_C\right)=\frac{2q^n}{\pi}\left|\sin\frac{2n-1}{2}x\right|\left(M+O(1)\frac{q}{(q_m-q)n}\right)E_n(\Phi_\beta^q)_C$$

.

Лема 1 доведена.

Доведення теореми. Розглядаючи верхні межі модулів обох частин рівності (15) при заданому x та $t_{n-1}\equiv 0$ на класі $C^q_{\beta,\infty}$ та враховуючи оцінки (16), інваріантність кулі $U_\infty^0=\{\varphi\in L_\infty:\|\varphi\|_\infty\le 1,\varphi\perp 1\}$ відносно зсуву по аргументу, отримаємо

$$\tilde{\mathscr{E}}_{n,m}\left(C^{q}_{\beta,\infty};x\right)=$$

$$=\frac{2q^n}{\pi}\left|\sin\frac{2n-1}{2}x\right|\sup_{\varphi\in U^0_\infty}\left|\int_{-\pi}^{\pi}\varphi(t)\sum_{i=1}^{m}\sum_{\nu=0}^{\infty}\left(\frac{q}{q_i}\right)^{\nu}\cos\left((\nu+n)t+\gamma_{n,i}\right)dt\right|+$$

$$+O(1)\frac{q^{n+1}}{(q_m-q)n}=$$

$$=\frac{2q^n}{\pi}\left|\sin\frac{2n-1}{2}x\right|\int_{-\pi}^{\pi}\left|\sum_{i=1}^{m}\sum_{\nu=0}^{\infty}\left(\frac{q}{q_i}\right)^{\nu}\cos\left((\nu+n)t+\gamma_{n,i}\right)\right|dt+O(1)\frac{q^{n+1}}{(q_m-q)n}.\quad(23)$$

Далі підставляємо рівність (19) (при $\gamma_{n,i}=\frac{\beta-\beta_i}{2}\pi$) в (23) і одержуємо (5). Теорема доведена.

Зауважимо, що асимптотична рівність (5) для величини $\tilde{\mathscr{E}}_{n,m}\left(C^{q}_{\beta,\infty};x\right)$ є інтерполяційним аналогом асимптотичної рівності, що міститься в роботі [4], яка в свою чергу, узагальнює на випадок довільної кількості доданків результат теореми 2 роботи [3]. При цьому справедлива рівність

$$\tilde{\mathscr{E}}_{n,m}\left(C^{q}_{\beta,\infty};x\right)=2\left|\sin\frac{2n-1}{2}x\right|\left(\mathscr{E}_{n,m}\left(C^{q}_{\beta,\infty}\right)+O(1)\frac{q}{(q_m-q)n}\right),$$

в якій $\mathscr{E}_{n,m}\left(C^{q}_{\beta,\infty}\right)$ — верхня межа наближення за допомогою сум Фур'є в просторі C функцій $f(x)\in C^{q}_{\beta,\infty}$ та їх (q_i,β_i)-похідних, а величина $O(1)$ має той же зміст, що і в теоремі.

Відмітимо також, що для відомих класів W^r_∞ асимптотична рівність

$$\tilde{\mathscr{E}}_{n}\left(W^{r}_{\infty};x\right)=2\frac{K_r}{\pi}\frac{\ln n}{n^r}\left|\sin\frac{2n-1}{2}x\right|+O(1)n^{-r},$$

в якій K_r — константи Фавара,

$$K_r=\frac{4}{\pi}\sum_{\nu=0}^{\infty}\frac{(-1)^{\nu(r+1)}}{(2\nu+1)^{r+1}},\ r=0,1,\ldots,$$

а $O(1)$ — величина, рівномірно обмежена по x і n, отримана ще в 1941р. С.М. Нікольським [5].

Запропоновану в даній роботі методику розв’язання задачі сумісного наближення інтерполяційними многочленами класів функцій високої гладкості можна використати при дослідженні наступних величин:

$$\tilde{\mathscr{E}}_{n,m}(\mathfrak{N};x) = \sup_{f\in\mathfrak{N}} \left|\tilde{\rho}(F;x)\right|,$$

де $\mathfrak{N} = C^q_\beta H_\omega$, $\mathfrak{N} = C^\psi_{\beta,\infty}$, $\mathfrak{N} = C^\psi_\beta H_\omega$, при $\psi = \psi(k)$ таких, що $\lim\limits_{n\to\infty} \dfrac{\psi(k+1)}{\psi(k)} = q \in (0,1)$.

Список використаних джерел:

1. Степанец А.И. Классификация и приближение периодических функций. – К.: Наук. думка, 1987. – 268 с.
2. Бари Н.К. Тригонометрические ряды. — М.: Физматгиз, 1961. — 936 с.
3. А.И. Степанец, А.С. Сердюк Приближение периодических аналитических функций интерполяционными тригонометрическими многочленами // Укр. мат. турн. — 2000. — 52, №12. — с. 1689-1701.
4. Сорич В.А., Сорич Н.М., Сорич А.В. Сумісне наближення сумами Фур’є деяких класів аналітичних функцій // Наукові праці Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка: збірник за підсумками звітної наукової конференції викладачів, докторантів і аспірантів: Випуск 8. В 5-и томах. – Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2009. – Т. 1. – С.
5. Никольский С.М. Асимптотическая оценка остатка при приближении интерполяционными тригонометрическими полиномами // Докл. АН СССР. — 1941. — 31, №3. — с. 215-218.

The asymptotic equalities for upper bounds of the joint approximation of Poisson’s integrals by interpolation trigonometric polynomials on the classes of convolutions of periodic functions admitting the regular continuation into a fixed strip of the complex plane have been found.

Key words: *Poisson’s integral, the interpolation polynomial, the joint approximation.*

УДК 517.5

У.В.Гудима, кандидат фізико – математичних наук, доцент,
Ю.В.Гнатюк, кандидат фізико – математичних наук, доцент,
В.О.Гнатюк, кандидат фізико – математичних наук, доцент

ЕКВІВАЛЕНТНІСТЬ ЗАДАЧІ НАЙКРАЩОЇ РІВНОМІРНОЇ АПРОКСИМАЦІЇ КОМПАКТНОЗНАЧНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ СКІНЧЕННОВИМІРНИМ ПІДПРОСТОРОМ З ДОДАТКОВИМ ОБМЕЖЕННЯМ, ЩО ЗАДАЄТЬСЯ СИСТЕМОЮ ЗАМКНУТИХ ОПУКЛИХ МНОЖИН, ДЕЯКІЙ ЗАДАЧІ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ З НЕСКІНЧЕННОЮ КІЛЬКІСТЮ ОБМЕЖЕНЬ

У статті встановлено еквівалентність задачі найкращої рівномірної апроксимації компактнозначного відображення скінченновимірним підпростором з додатковим обмеженням, що задається системою замкнутих опуклих множин, деякій задачі лінійного програмування з нескінченною кількістю обмежень.

Ключові слова: *рівномірна апроксимація, компакнозначне відображення, додаткове обмеження*

Постановка задачі. Нехай S - метричний компакт, X - лінійний над полем комплексних чисел нормований простір, $C(S,X)$ - лінійний над полем дійсних чисел нормований простір однозначних відображень g компакту S в X, неперервних на S, з нормою $\|g\|=\max\limits_{s\in S}\|g(s)\|$, $K(X)$ - сукупність компактів простору X, $O(X)$ - сукупність опуклих замкнутих множин простору X, $C(S,K(X))$ - множина багатозначних відображень a компакту S в X таких, що для кожного $s\in S$ $a(s)\in K(X)$ і вони неперервні на S відносно метрики Хаусдорфа, $C(S,O(X))$ - множина багатозначних відображень b компакту S в X таких, що для кожного $t\in S$ $b(t)\in O(X)$ і вони неперервні на S відносно метрики Хаусдорфа, $a\in C(S,K(X))$, V - лінійний підпростір простору $C(S,X)$, породжений лінійно незалежними відображеннями $g_i\in C(S,X)$, $i=\overline{1,n}$, $b\in C(S,O(X))$, $D=\{g: g\in C(S,X),\ g(t)\in b(t),\ t\in S\}$ - множина неперервних перетинів відображення b.

Будемо припускати, що $V\bigcap D\neq\varnothing$.

Задачею найкращої рівномірної апроксимації відображення $a\in C(S,K(X))$ скінченновимірним підпростором $V\subset C(S,X)$ з додатковим обмеженням, що задається системою замкнутих опуклих множин $b(t)$, $t\in S$, які змінюються неперервно відносно метрики Хаусдорфа, будемо називати задачу відшукання величини

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

Згідно з теоремою 2.1 [1,с.1605] існує елемент $g^*\in V\bigcap D$ такий, що

$$\alpha_a^*(V\bigcap D)=\max_{s\in S}\max_{y\in a(s)}\|g^*(s)-y\|.$$

Цей елемент будемо називати екстремальним елементом для величини (1).

Актуальність теми. Відшукання величини (1) та її екстремального елемента вимагає відповідних чисельних методів. Важливим кроком до побудови цих методів є зведення задачі відшукання величини (1) до еквівалентної задачі лінійного програмування з нескінченною кількістю обмежень.

Мета роботи. Звести задачу відшукання величини (1) до еквівалентної задачі лінійного програмування з нескінченною кількістю обмежень.

Допоміжні твердження. Позначимо через X^* простір, спряжений з X, через B^*- замкнуту одиничну кулю простору X^*: $B^* = \{f : f \in X^*, \|f\| \le 1\}$. Як відомо (див., наприклад, [2, с. 156]), для будь-якого елемента $z \in X$ існує елемент $f_z \in B^*$ такий, що $f_z(z) = \|z\|$. Звідси випливає, що для всіх $z \in X$

$$\|z\| = \max_{f \in B^*} \operatorname{Re} f(z). \tag{2}$$

Лема 1. *Нехай B- опукла замкнута множина простору X і x- довільна точка цього простору. Має місце співвідношення двоїстості*

$$\inf_{y \in B} \|x - y\| = \max_{\varphi \in B^*} \left(\operatorname{Re}\varphi(x) - \sup_{y \in B} \operatorname{Re}\varphi(y) \right). \tag{3}$$

Доведення. Позначимо через X_R простір X, розглядуваний лише над полем дійсних чисел (X_R- дійсний лінійний нормований простір, асоційований з комплексним лінійним нормованим простором X).

Згідно із співвідношенням двоїстості для задачі наближення фіксованого елемента лінійного над полем дійсних чисел нормованого простору опуклою множиною цього простору [3, с.28] маємо, що

$$\inf_{y \in B} \|x - y\| = \max \left\{ f(x) - \sup_{y \in B} f(y) : f \in X^*_R, \|f\|_{X^*_R} \le 1 \right\} = f_x(x) - \sup_{y \in B} f_x(y), \tag{4}$$

де $f_x \in X^*_R$, $\|f_x\|_{X^*_R} \le 1$.

Розглянемо функціонал φ_x, заданий на X таким чином:

$$\varphi_x(z) = f_x(z) - i f_x(iz), \; z \in X.$$

Відомо (див., наприклад, [4,с.159]), що $\varphi_x \in X^*$ і $\|\varphi_x\| \le 1$.

З (4) отримаємо, що

$$\inf_{y \in B} \|x - y\| = \operatorname{Re}\varphi_x(x) - \sup_{y \in B} \operatorname{Re}\varphi_x(y). \tag{5}$$

З іншого боку для всіх $\varphi \in B^*$ маємо, що $\operatorname{Re}\varphi \in X_{R^*}$, $\|\operatorname{Re}\varphi\|_{X^*_R} \le 1$. Тому

$$\operatorname{Re}\varphi(x) - \sup_{y \in B} \operatorname{Re}\varphi(y) \le \max \left\{ f(x) - \sup_{y \in B} f(y) : f \in X^*_R, \|f\|_{X^*_R} \le 1 \right\} =$$
$$= \inf_{y \in B} \|x - y\|. \tag{6}$$

З (5), (6) випливає, справедливість першої рівності (3).

Лему доведено.

Лема 2. *Для $b \in C(S, O(X))$ має місце рівність*

$$\{g : g \in C(S, X), g(t) \in b(t), t \in S\} = \{g : g \in C(S, X), \max_{t \in S} \inf_{y \in b(t)} \|g(t) - y\| = 0\} =$$
$$= \left\{ g : g \in C(S, X), \max_{t \in S} \max_{\varphi \in B^*} \left(\operatorname{Re}\varphi(g(t)) - \sup_{y \in b(t)} \operatorname{Re}\varphi(y) \right) = 0 \right\}. \tag{7}$$

Доведення. Нехай, як і вище, $D = \{g : g \in C(S, X), g(t) \in b(t), t \in S\}$ і $g \in D$.

Тоді $g(t) \in b(t)$ для всіх $t \in S$. Тому $\inf_{y \in b(t)} \|g(t) - y\| = 0$, $t \in S$. Звідси й випливає, що $\max_{t \in S} \inf_{y \in b(t)} \|g(t) - y\| = 0$. Тому

$$g \in \{g : g \in C(S, X), \max_{t \in S} \inf_{y \in b(t)} \|g(t) - y\| = 0\}. \tag{8}$$

Навпаки, нехай $g \in \{g : g \in C(S, X), \max_{t \in S} \inf_{y \in b(t)} \|g(t) - y\| = 0\}$. Внаслідок цього

$\inf\limits_{y\in b(t)} \|g(t)-y\| = 0$. Оскільки $b(t)$ є замкнутою множиною, то $g(t)\in b(t)$, $t\in S$.

Це означає, що $g\in D$. Тому

$$\left\{g : g\in C(S,X), \max_{t\in S}\inf_{y\in b(t)}\|g(t)-y\|=0\right\}\subset D. \tag{9}$$

З (8) та (9) випливає справедливість рівності співвідношення (7).

Звідси і з леми 1 випливає справедливість другої рівності цього співвідношення.

Лему доведено.

Поряд із задачею відшукання величини (1) будемо розглядати таку задачу лінійного програмування з нескінченною кількістю обмежень:

$$\inf\theta \tag{10}$$

при обмеженнях

$$\sum_{i=1}^{n}\alpha_i \operatorname{Re} f(g_i(s)) - \theta \le \operatorname{Re} f(y), s\in S, y\in a(s), f\in B^*, \tag{11}$$

$$\sum_{i=1}^{n}\alpha_i \operatorname{Re}\varphi(g_i(t)) \le \sup_{y\in b(t)}\operatorname{Re}\varphi(y), t\in S, \varphi\in B^*. \tag{12}$$

Має місце таке твердження.

Основні результати.

Теорема 1. *Задача (10)-(12) має оптимальний розв'язок. Справедлива рівність*

$$\theta^* = \alpha_a^*(V\cap D),$$

де θ^* - оптимальне значення цільової функції задачі (10)-(12).

Для того щоб елемент $g^*=\sum_{i=1}^{n}\alpha_i^* g_i$ був екстремальним елементом для величини (1), необхідно і достатньо, щоб вектор $(\alpha_1^*,...,\alpha_n^*;\theta^*)$ був оптимальним розв'язком задачі (10)-(12).

Доведення. Нехай $g^*=\sum_{i=1}^{n}\alpha_i^* g_i$ є екстремальним елементом для величини (1). Тоді відповідно до (2)

$$\alpha_a^*(V\cap D) = \max_{s\in S}\max_{y\in a(s)}\left\|\sum_{i=1}^{n}\alpha_i^* g_i(s) - y\right\| =$$
$$= \max_{s\in S}\max_{y\in a(s)}\max_{f\in B^*}\operatorname{Re} f\left(\sum_{i=1}^{n}\alpha_i^* g_i(s) - y\right) =$$
$$= \max_{s\in S}\max_{y\in a(s)}\max_{f\in B^*}\left(\sum_{i=1}^{n}\alpha_i^*\operatorname{Re} f(g_i(s)) - \operatorname{Re} f(y)\right), \tag{13}$$

причому

$$g^*(t) = \sum_{i=1}^{n}\alpha_i^* g_i(t)\in b(t), t\in S. \tag{14}$$

З (13) та леми 2 одержуємо, що

$$0 = \inf_{y\in b(t)}\left\|\sum_{i=1}^{n}\alpha_i^* g_i(t) - y\right\| = \max_{f\in B^*}\left(\sum_{i=1}^{n}\alpha_i^*\operatorname{Re} f(g_i(t)) - \sup_{y\in b(t)}\operatorname{Re} f(y)\right), t\in S. \tag{15}$$

З (13), (15) випливає, що

$$\sum_{i=1}^{n}\alpha_i^*\operatorname{Re} f(g_i(s)) - \alpha_a^*(V\cap D) \le \operatorname{Re} f(y), s\in S, y\in a(s), f\in B^*,$$

$$\sum_{i=1}^{n}\alpha_i^*\operatorname{Re} f(g_i(t)) - \sup_{y\in b(t)}\operatorname{Re} f(y) \le 0, t\in S, \varphi\in B^*.$$

Тому вектор $(\alpha^*;\alpha_a^*(V\cap D)) = (\alpha_1^*,...,\alpha_n^*;\alpha_a^*(V\cap D))$ є допустимим розв'язком задачі (10)-(12). У зв'язку з цим

$$\inf\{\theta : \textit{при обмеженнях}\,(11),(12)\} \le \alpha_a^*(V\cap D). \qquad (16)$$

Нехай тепер $(\alpha';\theta') = (\alpha_1',...,\alpha_n';\theta')$ є довільним допустимим розв'язком задачі (10)-(12). Тоді

$$\sum_{i=1}^{n}\alpha_i' \operatorname{Re} f(g_i(s)) - \operatorname{Re} f(y) \le \theta', s\in S, y\in a(s), f\in B^*,$$

$$\sum_{i=1}^{n}\alpha_i' \operatorname{Re} f(g_i(t)) - \sup_{y\in b(t)} \operatorname{Re} f(y) \le 0, t\in S, f\in B^*.$$

Внаслідок цих нерівностей отримаємо, що

$$\max_{s\in S}\max_{y\in a(s)}\left\|\sum_{i=1}^{n}\alpha_i' g_i(s) - y\right\| \le \theta', \qquad (17)$$

$$\max_{\varphi\in B^*}\inf_{y\in b(t)} \operatorname{Re}\varphi\left(\sum_{i=1}^{n}\alpha_i' g_i(t) - y\right) = \inf_{y\in b(t)}\max_{\varphi\in B^*} \operatorname{Re}\varphi\left(\sum_{i=1}^{n}\alpha_i' g_i(t) - y\right) =$$

$$= \inf_{y\in b(t)}\left\|\sum_{i=1}^{n}\alpha_i' g_i(t) - u(t)\right\| = 0, t\in S. \qquad (18)$$

Згідно з лемою 2 з (18) випливає, що $\sum_{i=1}^{n}\alpha_i' g_i \in D$.

Звідси і з (17) одержуємо, що $\alpha_a^*(V\cap D) \le \theta'$.

Тому

$$\alpha_a^*(V\cap D) \le \inf\{\theta : \textit{при обмеженнях}\,(11),(12)\}. \qquad (19)$$

З (16), (19) маємо, що

$$\theta^* = \inf\{\theta : \textit{при обмеженнях}\,(11),(12)\} = \alpha_a^*(V\cap D). \qquad (20)$$

Оскільки вектор $(\alpha^*;\alpha_a^*(V\cap D)) = (\alpha_1^*,...,\alpha_n^*;\alpha_a^*(V\cap D))$ є допустимим розв'язком задачі (10)-(12), то звідси випливає, що він є її оптимальним розв'язком.

Нехай тепер вектор $(\alpha^*;\theta^*) = (\alpha_1^*,...,\alpha_n^*;\theta^*)$ є оптимальним розв'язком задачі (10)-(12). Оскільки цей вектор є її допустимим розв'язком, то, як і вище (див. (17), (18)) $\sum_{i=1}^{n}\alpha_i^* g_i \in V\cap D$ і $\max_{s\in S}\max_{y\in a(s)}\left\|\sum_{i=1}^{n}\alpha_i^* g_i(s) - y\right\| \le \theta^*$.

Оскільки має місце рівність (20), то звідси випливає, що вектор $g^* = \sum_{i=1}^{n}\alpha_i^* g_i$ є екстремальним елементом для величини (1).

Теорему доведено.

Список використаних джерел:

1. Гудима У. В. Найкраща рівномірна апроксимація неперервного компактнозначного відображення множинами неперервних однозначних відображень / У. В. Гудима. – Укр. мат. журн. – 2005. – 57, №12. – С.1601-1619.
2. Иосида К. Функциональный анализ/ Иосида К. – М.: Мир, 1967. – 624с.
3. Корнейчук Н.П. Экстремальные задачи теории приближения/ Корнейчук Н.П. – М.: Наука, 1976. – 320с.
4. Колмогоров А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа/ Колмогоров А.Н., Фомин С.В. – М.: Наука, 1989. – 623с.

In the article we established equivalence of problem of the best uniform approximation of continuous compact-valued maps by finite dimensional space of continuous single-valued maps with additional restriction which is system convex sets to some task of linear programming with endless amount of restriction.

Key words: *the best uniform approximation, the compact-valued maps, additional restriction.*

УДК 004. 422. 632

В.А.Власов, кандидат технічних наук, доцент

РОЗВЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ ЗА ДОПОМОГОЮ VISUAL BASIC

У статті представлена методика вирішення задач з фізики за допомогою Visual Basic 2008.

Ключові слова: *фізика, задача, комп'ютер, методика*

Велике поширення в наш час отримало використання електронних обчислювальних машин під час розв'язування задач з фізики в навчальному процесі як середніх так і вищих навчальних закладів.

Visual Basic 2008 є однією із популярних мов програмування. Розробка з його допомогою Windows-додатків дозволяє отримати ефектний і зрозумілий інтерфейс користувача.

Тому методика використання мови Visual Basic для розв'язування задач з фізики може зацікавити як студентів, так і викладачів з фізики, інформатики та інших дисциплін.

Питання методики розглянемо на прикладі розв'язування наступної задачі:

З Києва до Харкова з інтервалом T=10 хвилин вийшли потяги 1 і 2 зі швидкостями V=30 км/год. З якою швидкістю U рухався потяг 3, який ішов назустріч потягам 1 і 2 через $T_1 = 4$ хвилини один після другого.

1. Аналітичне розв'язування задачі.

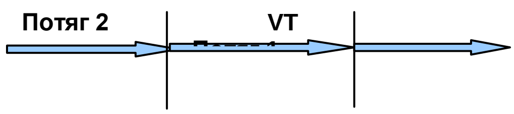


Рис 1

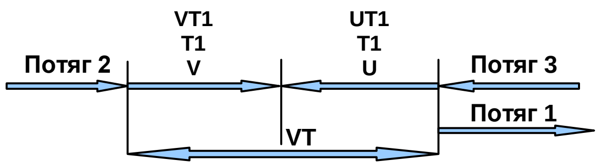


Рис 2

VT – відстань між потягами 1 і 2 (Рис. 1).

UT_1 – шлях, який пройшов потяг 3 після зустрічі з потягом 1 до зустрічі з потягом 2 (Рис. 2).

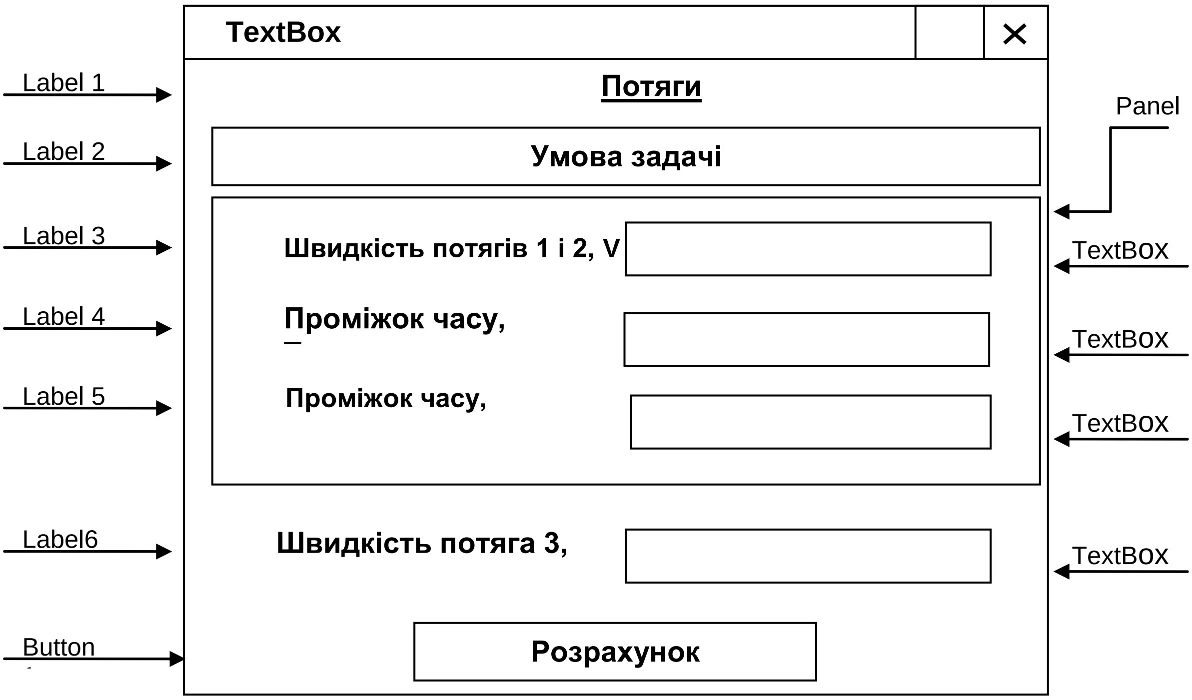
VT_1 – шлях, який пройшов потяг 2 до зустрічі з потягом 3.

Із малюнка 2 випливає, що $VT = VT_1 + UT_1$

Перетворимо цю формулу: $UT_1 = VT – VT_1 = V (T – T_1)$

Знаходимо швидкість потяга 3: $U = V (T – T_1) / T$

2. Складання ескізу форми:



4. Складання нового Windows-додатку.

5. Зміна імені форми: замість Form1 – TextBox.

6. Введення заголовку <Потяги>

– з <Панелі елементів> перетягнути на форму елемент управління <Label>, на формі з'явиться <Label1>;

– у вікні <Властивості> вибрати властивість <Font> і натиснути кнопку з трьома крапками, з'явиться вікно <Шрифт>;

– вибрати: написання — жирний, розмір — 12, видозміни — підкреслений і клацнути кнопку <Ок>;

– у вікні <Властивості> для властивості <Text> ввести текст <Потяги>

– натиснути на форму.

7. Введення умови задачі:

– з <Панелі Елементів> на форму перетягнути елемент <Panel>;

– з <Панелі Елементів> на панель <Panel> перетягнути елемент <Label>, на формі з'явиться <Label2 >;

– в вікні <Властивості> для властивості <Text> ввести текст умови задачі. Для переходу на наступну стрічку тексту натиснути <Enter>; якщо текст дуже великий, то збільшити розміри;

– натиснути на форму.

8. Введення початкової умови задачі.

– з <Панелі Елементів> на форму перетягнути елемент <Panel>;

– оформити стрічку умови задачі; <Швидкість потягів 1 і 2, **V**>:

• з <Панелі Елементів> перетягнути на форму елемент <Label> і розташувати його всередині прямокутника <Panel>, з'явиться мітка <Label3>

• у вікні <Властивості> для властивості <Text> ввести текст <Швидкість потягів 1 і 2, **V** >;

• з <Панелі Елементів> на форму перетягнути елемент <TextBox> і розташувати його справа від тексту, з'явиться <Text Box1>;

• натиснути на форму.

– аналогічно розташувати стрічки тексту:

проміжок часу T;

проміжок часу T1.

1. Оформити стрічку з результатом розрахунків:

– з <Панелі Елементів> перетягнути елемент <Label>, з'явиться <Label4>;

– у вікні <Властивості> для властивості <Text> набрати текст <Швидкість потяга 3, U >;

– натиснути властивість <ForeColor> і кнопку $\boxed{\triangledown}$;

– відкрити вкладку <Користувач>;

– клацнути відповідний колір (наприклад, синій);

– натиснути на форму.

– оформити вікно <TextBox >, для цього з <Панелі Елементів> на форму перетягнути елемент <Text Box > і розташувати його справа від тексту;

– вибрати властивість <BorderStyle> і кнопку $\boxed{\triangledown}$;

– у вікні, що з'явиться вибрати <FixedSingle>;

– натиснути на форму і з'явиться прямокутник з широкою контурною лінією.

1) Вставити кнопку управління <Розрахунок>:

– з <Панелі Елементів> на форму перетягнути елемент <Button>, на формі з'явиться <Button1>;

– у вікні <Властивості> для властивості <Text> набрати текст <Розрахунок>;

– натиснути на форму.

Інтерфейс користувача створений.

Додавання коду і перевірка програми

1. Двічі натиснути на кнопку <Розрахунок>, з'явиться вікно редактора коду.

2. В тілі процедури Button1_Click набрати наступний код:

```
Dim V AS Integer ‘ Швидкість потягів 1 і 2
Dim T AS Integer ‘ Інтервал часу T
Dim T1 AS Integer ‘ Інтервал часу T1
V = TextBox1.Text
T = TextBox2.Text
T1 = TextBox3.Text
TextBox4.Text = (V*(T–T1))/T1
```

3. Робота з програмою.

1. натисніть клавішу F5 для запуску програми;
2. в текстовому полі <Швидкість потягів 1 і 2, V > ввести <30>;
3. в текстовому полі <Інтервал часу T > ввести <10>;
4. в текстовому полі <Інтервал часу T1> ввести <4>;
5. натиснути кнопку <Розрахунок> і в вікні <Швидкість потяга 3, **U** > з'явиться значення швидкості Потяга 3 що дорівнює <45>.

Список використаних джерел:

1. Гарнаев А.Ю. Visual Basic .Net: разработка приложений. – СПб.: БХВ – Петербург, 2002. – 624 с.: ил.
2. Шевякова Д.А. Самоучитель Visual Basic 2008/ Д.А. Шевякова., А.М. Степанов, А.Н. Дукин [Под ред. А.О. Тихонова] – СПб.: БХВ – Петербург, 2008. – 592 с.: ил.

В статті представлена методика вирішення задач з фізики за допомогою Visual Basic 2008.

Key words: *physics, task, computer, method.*

УДК 519.711

І.І.Водяник, доктор технічних наук, професор.

ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ТРАКТОРІВ НА ТРАНСПОРТНИХ РОБОТАХ

Використання на транспортних роботах тракторів (тягових засобів) має особливості в порівнянні із застосуванням автомобілів (транспортних засобів).

Ключові слова: *витрата палива, транспортні роботи, економія палива.*

Паливна економічність техніки при виконанні транспортних робіт оцінюється витратою палива в літрах на 100 км. пробігу, яка визначається за формулою [1].

$$Q_s = \frac{g_e N_e}{10^3 \gamma} \cdot \frac{100}{v}, \text{ де}$$

g_e – питома витрата палива двигуном, *г/(кВт*·год*)*;
N_e – потужність, яку розвиває двигун під час руху, *кВт*;
γ – густина палива, *г/см*^{3};
v – швидкість руху транспортного засобу, км/год.

В свою чергу,

$$N_e = \frac{(\Psi G + P_W)v}{3{,}6\eta_{\text{тр}}}, \text{ де}$$

Ψ – наведений коефіцієнт дорожнього опору, який враховує опір кочення коліс і пов'язаний з подоланням нахилів шляху;
G – вага транспортного засобу (разом з вантажем);
P_w – аеродинамічний опір руху транспортного засобу (опір повітря);
$\eta_{\text{тр}}$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії.

Наочне представлення про вплив на Q_s різних конструктивних і експлуатаційних властивостей транспортного засобу дає співвідношення, отримане на основі двох наведених формул, а саме

$$Q_s = \frac{g_e(\Psi G + P_W)}{36\gamma\eta_{\text{тр}}}.$$

Очевидно, Q_s прямо пропорційне g_e. Розглянемо особливості зміни g_e при різних режимах роботи бензинового і дизельного двигунів, що встановлюються на транспортних засобах (рис. 1 і 2) [2].

На рис. 1 видно вплив загрузки двигуна (відношення розвинутої потужності N_e до максимальної $N_{e\ max}$) на питому витрату палива g_e: мінімальне значення g_e досягається при загрузці меншої одиниці (при відношенні 54/62). Тому для досягнення високої паливної економності автомобілів з бензиновими двигунами їх проектують так, щоб на більшій частині маршруту перевезення вантажу та пасажирів їх двигуни працювали на середніх загрузках (при g_e близькому до мінімального).

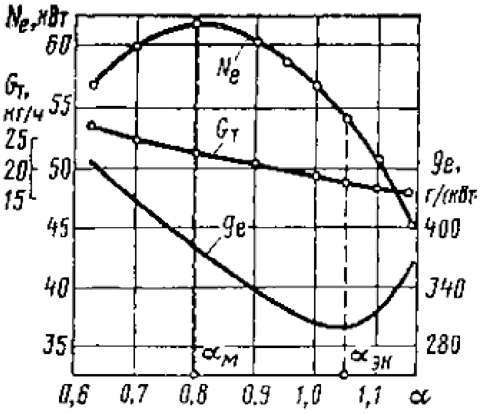


Рис. 1. Регульована характеристика бензинового двигуна по складу суміші

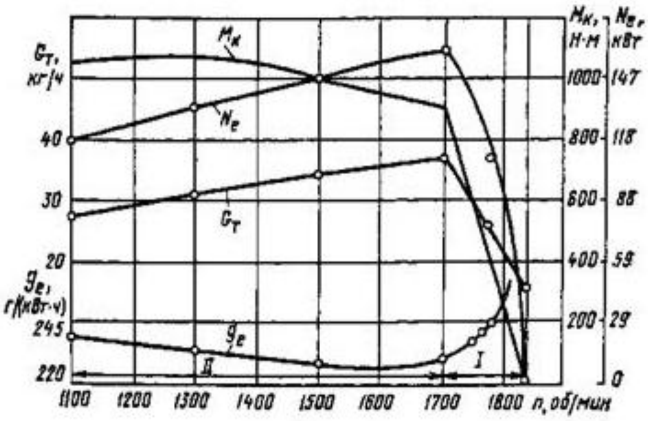


Рис. 2. Характеристика на регуляторі дизеля в залежності від частоти обертання колінчастого валу.

Трактори оснащені дизельними двигунами з всережимними регуляторами частоти обертання колінчастих валів. На рис. 2 видно, що в таких двигунів мінімальна питома витрата палива має місце при загрузці, що наближається до одиниці (тобто при максимальній потужності). Тому трактори, як тягові засоби, проектують так, щоб при виконанні польових робіт їх двигуни працювали при завантаженні близькому до одиниці. Це досягається відповідним підбором машин, що агрегатуються з тракторами, і вибором оптимальної передачі робочого діапазону.

Статистичні дані [1] свідчать про те, що на транспортних роботах завантаженість двигунів колісних тракторів складає 0,35.

Для оцінки впливу завантаженості двигуна (x_e) на його паливну економічність g_e можна скористатися експериментальною регуляторною характеристикою (як на рис. 2) чи аналітичним її представленням [3] на основі даних технічної характеристики і емпіричних співвідношень.

$$g_e = \frac{10^3}{x_e N_{ен}}\left[G_{тх} + С\left(\frac{n_x}{2} - \sqrt{\frac{{n_x}^2}{4} - \frac{x_e N_{ен}}{K}}\right)\right],$$

де C і K – застосовані для скорочення формули;

$$С = \frac{G_{тн} - G_{тх}}{n_x - n_н};\ К = \frac{М_н}{9{,}55(n_x - n_н)};$$

$N_{ен}$ – номінальна потужність двигуна;

$G_{тн}$, $n_н$ і $М_н$ відповідно витрата палива за годину, частота обертання колінчастого валу і обертаючий момент при номінальній потужності;

$G_{тх}$ і n_x витрата палива за годину і частота обертання колінчатого валу на холостому ході.

В технічній характеристиці двигуна наводяться значення $N_{ен}$, $n_н$, $g_{ен}$ (відповідно номінальні потужність, частота обертання колінчатого валу, питома витрата палива).

Решта необхідних для обрахунку g_e величини визначаються із співвідношень:

$G_{тх} = (0{,}25 \ldots 0{,}30)G_{тн}$, $n_x = (1{,}07 \ldots 1{,}08)n_н$; $М_н = \frac{9{,}55 N_e}{n_н}$, де одиниці величин такі: N_e – кВт, $М_н$ – кН·м, $n_н$ – об/хв.

Результати розрахунків g_e двигуна трактора МТЗ – 80 при різних значеннях x_e наведені в таблиці.

x_e	1	0,75	0,5	0,25	0
g_e	252	273	314	452	∞
g_e, %	100	108	125	179	∞

Збільшити загрузку тракторного дизеля дією на важіль всережимного регулятора частоти обертання колінчастого валу з метою зменшення максимальної потужності не представляється можливим, бо при такій дії і падінні частоти обертання колінчастого вала зменшиться швидкість руху транспортного засобу і відповідно потужність, що розвивається.

Створений в ПДАТУ регулятор частоти обертання [4] дозволяє регулювати максимальну потужність двигуна при постійній частоті обертання колінчастого валу і таким чином змінювати завантаженість двигуна.

Для контролю завантаженості двигуна дизеля при виконанні транспортних робіт доцільно в кабіні трактора встановити вказівник загрузки. Його конструкція може бути аналогічна вказівникам рівня пального, температури охолоджуючої рідини чи тиску масла [5]. При цьому датчик може бути представлений у вигляді реостату, рухомий контакт якого зв’язаний з важелем всережимного регулятора.

Такий вказівник доцільно використовувати і при виконанні трактором польових робіт, бо дозволить підбирати оптимальні склади машинно-тракторних агрегатів і режими їх використання (при яких досягається максимальна продуктивність і мінімальна витрата палива на одиницю обробленої площі поля).

Список використаних джерел:

1. Водяник І.І. Експлуатаційні властивості тракторів і автомобілів. — К.: Урожай, 1994. — 224 с.

2. Николаенко А.В. Теория, конструкция и расчёт автотракторных двигателей. – М.: Колос, 1984.

3. Водяник І.І. Аналітичне представлення регуляторної характеристики дизеля. Наукові праці КПНУ, випуск 6, Т.1, 2007.

4. Патент України № 50051 А МВУ 7 НО235/00, Водяник І.І., Чекменев В.В. Регулятор частоти обертання колінчастого валу. Опубл. Бюл. №10, 2002.

5. Радичев В.А., Радичева Г.И. Тракторы и автомобили. – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: Агропромцеат, 1987.

The use on transport works of tractors (hauling facilities) has features in comparing to application of cars (transport vehicles).

Key words: *expense of fuel, transport works, economy of fuel.*

ВІСНИК

КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКОГО

НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

імені Івана Огієнка

Фізико-математичні науки

Випуск 2

Здано в набір 29.09.2009. Підписано до друку 01.10.2009.
Формат 60x84/16. Гарнітура Times. Обл. вид. арк. 8,057.
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.