

НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені М.П. ДРАГОМАНОВА

П О В А Р Світлана Вікторівна

УДК 37.014.542

ІНТЕГРАЦІЯ ЗНАНЬ З ФІЗИКИ І МАТЕМАТИКИ
ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ
СТАРШОКЛАСНИКІВ

13.00.02 – теорія і методика навчання фізики

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук

Київ – 2007

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Запорізькому національному університеті
Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор педагогічних наук, професор,
академік Міжнародної педагогічної академії

Сергєєв Олександр Васильович

Офіційні опоненти:

Сиротюк Володимир Дмитрович, доктор педагогічних наук, професор,
завідувач кафедри методики фізики, Національний педагогічний університет
імені М.П. Драгоманова Міністерства освіти і науки України (м. Київ)

Галатюк Юрій Михайлович, кандидат педагогічних, доцент,
Рівненський державний гуманітарний університет Міністерства освіти і науки
України (м. Рівне), доцент кафедри методики викладання фізики та хімії

Захист відбудеться 16.01.2008 р. о 14 год

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного
педагогічного університету імені М.П. Драгоманова (01601, м. Київ, вул.
Пирогова, 9)

Автореферат розісланий 15.12.2007 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

В.К.Коршак

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність дослідження. Метою відродження української школи є виховання творчої особистості. Однією з умов формування творчого мислення учнів є надання змістові освіти інтегративного характеру, а навчальній діяльності – рис творчого процесу. Якщо у загальноосвітній школі знання подаються різнопредметно, то слід забезпечити можливість використання учнем щойно набутих знань з одного предмета для розв'язання ряду завдань з інших предметів.

Слід зазначити, що інтеграція різногалузевих наукових знань як взаємообмін переробленою інформацією, мовою і методами є об'єктивною необхідністю розвитку суспільства.

Питання інтеграції знань учнів і, зокрема, одного з її найбільш розроблених рівнів – міжпредметних зв'язків – досить ґрунтовно висвітлювалися в методичній і психолого-педагогічній літературі, особливо в 70–90 рр. ХХ століття у зв'язку з переходом загальноосвітньої середньої школи на новий зміст освіти, у працях відомих педагогів і методистів: О.І. Бугайова, С.У. Гончаренка, І.Д. Зверєва, В.Р. Ільченко, І.М. Козловської, О.І. Ляшенка, В.М. Максимової, Л.Л. Момот, П.І. Самойленка, О.В. Сергєєва, А.В. Усової, В.М. Федорової та багатьох інших. Одержані вагомі теоретичні та практичні результати.

На сьогодні середня загальноосвітня школа будується на основі нових концепцій та нових стандартів з урахуванням досягнень інноваційних та інтегративних процесів як у дидактиці, так і в конкретних методиках навчання основам наук. Інтеграція спрямовується, в основному, на підвищення рівня системності мислення учня та на зменшення його навантаженості.

Базою даного дослідження є положення:

1. Процеси *внутріпредметної* та *міжпредметної інтеграції знань*, які відбуваються при розв'язанні тієї чи іншої проблеми, як відомо, сприяють появі та укріпленню асоціативних зв'язків у мозку людини.

2. До чинників формування творчого мислення старшокласників можуть бути віднесені:

1) Засвоєння, узагальнення та формалізація базових знань циклів навчальних предметів (і двопредметний фізико-математичний цикл є одним з них).

2) Поповнення запасу знань та розширення діапазону їх використання через збалансований навчально-методичний матеріал із введенням завдань творчого характеру на довготривалу самостійну роботу.

На основі аналізу науково-методичних праць можна зробити висновок, що дисертаційних досліджень з проблеми інтеграції знань з фізики і математики як засобу формування творчого мислення старшокласників до цього часу в Україні не проводилось. Ця

проблема є складною та багатогранною, однією з її граней є регулярне поповнення традиційних курсів фізики і математики інтегруючими елементами.

Цим визначається доцільність вибору і проведення науково-методичного дослідження з теми „Інтеграція знань з фізики і математики як засіб формування творчого мислення старшокласників”.

Тема дисертації ввійшла до плану науково-дослідної роботи кафедри фізики та методики її викладання Запорізького державного університету, затверджена на засіданні науково-технічної Ради ЗДУ (протокол № 5 від 1.03.2001 р.) та узгоджена в бюро Ради з координації наукових досліджень АПН України в галузі педагогіки і психології (протокол № 6 від 19.06.2001 р.).

Зауважимо, що в даній дисертаційній роботі термін „старшокласники” будемо відносити до тих учнів, які вивчають систематичну частину курсу фізики (9, 10, 11 класи), тобто будемо дотримуватись структури шкільного курсу фізики, а не теперішньої структури загальноосвітньої середньої школи.

Зауважимо також, що поряд з терміном „творче мислення” вживатимемо термін „продуктивне мислення” як суб’єктивно творче мислення учня, а також термін „продуктивний стиль мислення” як стратегія і тактика розв’язання творчих завдань, адекватні індивідуальним особливостям старшокласника.

Тема нашого дослідження певною мірою пов’язується з розробками таких тем, як: розвиток дивергентного мислення (І.В. Коробова), дослідницькі лабораторні роботи (Г.О. Котельников), прогнозування як основа управління в навчанні фізики (П.С. Атаманчук), складання фізичних задач (А.І. Павленко), міжпредметні зв’язки (Л.А. Шаповалова), технологія критичного мислення (Ю.П. Мінаєв), об’єктно-орієнтована технологія навчання (С.О. Семеріков) та іншими.

Об’єкт дослідження – навчально-виховний процес у загальноосвітній школі в аспекті формування продуктивного стилю мислення старшокласників на уроках фізики.

Предмет дослідження – дидактичні умови впровадження інтеграції знань з фізики і математики як засобу формування творчого мислення старшокласників.

Мета дослідження – створити методику інтеграції знань з фізики і математики як засобу формування творчого мислення старшокласників (на базі програмного матеріалу, доповненого авторським методом гіперболічного параболоїда та технології навчання з включенням прийому орієнтування дій учнів на перспективу); дослідити можливості цієї методики, дати теоретичне обґрунтування та експериментально перевірити її ефективність.

В основу дослідження покладена **робоча гіпотеза**: процес навчання буде ефективним і результативним, підвищиться рівень творчого мислення старшокласників, якщо у них буде

сформовано достатній рівень просторово-графічного мислення, стійке вміння самостійно встановлювати зв'язки між знаннями різних систем, зокрема, фізики і математики; така самостійність може бути сформована у продуктивній діяльності учнів під час реалізації спланованого процесу інтеграції.

Методологічною і теоретичною основою дослідження є сучасна теорія пізнання, її діалектичний метод, зокрема, застосування діяльнісного і системного підходів до об'єкту вивчення; теорія поетапного формування розумових дій (П.Я. Гальперін, Н.Ф. Талізїна); інтегративний підхід до навчання (В.Р. Ільченко); психологія особистості (Н.Г. Костюк); метод перспектив в організації навчально-виховного процесу (А.С. Макаренко); визначення фаз творчого процесу (О.Я. Пономарьов); питання методики творчого мислення учнів (В.Г. Розумовський); інтегративні засади дидактики фізики (П.І. Самойленко, О.В. Сергєєв); дидактичні основи інтеграції знань учнів (І.М. Козловська), теорія поверхонь II порядку (Л. Ейлер), аналітична геометрія (М.Я. Вигодський) та інші.

Для досягнення мети дослідження у дисертаційній роботі ставляться наступні **завдання**:

1. Вивчити стан інтеграції знань у науці, дидактиці та шкільній практиці.
2. Проаналізувати дидактичні проблеми інтеграції знань учнів з фізики і математики та виявити резерви їх розв'язання.
3. З'ясувати філософські та психолого-педагогічні основи творчого мислення та його зв'язку з інтеграцією знань.
4. Дослідити можливості доповнення змісту курсу фізики і математики авторським методом гіперболічного параболоїда.
5. Розробити методику здійснення інтеграції знань з фізики і математики в контексті формування продуктивного стилю мислення старшокласників.
6. Забезпечити навчальний процес в експериментальних класах авторськими методичними розробками різних видів урочної і позаурочної навчальної роботи та адекватними дидактичними матеріалами.
7. Експериментально перевірити ефективність розробленої методики, попередньо визначивши систему показників та критеріїв рівня сформованості творчого мислення учня.

Поставлені завдання визначили вибір **методів дослідження**:

1. *Теоретичні методи*:
 - аналіз філософської, психолого-педагогічної, науково-методичної літератури, а також спеціальної літератури з аналітичної геометрії, фізики, теплотехніки, термодинаміки тощо;
 - моделювання психолого-педагогічних основ інтеграції знань і творчого мислення учнів та моделювання адекватного педагогічного процесу і його методичного забезпечення;
 - планування педагогічного експерименту та аналіз його результатів.

2. Емпіричні методи:

- педагогічне спостереження, бесіди, анкетування, тестування;
- реалізація розробленої методики інтеграції знань з фізики і математики;
- проведення етапів педагогічного експерименту (констатуючого, пошукового, формуючого) та обробка його результатів із застосуванням методів математичної статистики.

Наукова новизна дослідження полягає:

1. У визначенні доповнень до трактування процесу творчого мислення та інтеграції знань учня, а саме: узагальнена схема функціональних зв'язків процесу розв'язування творчого завдання; деталізована схема процесу інтеграції знань при розв'язуванні творчого завдання; схеми алгоритмів циклів наукової творчості першого та другого виду.

2. У відкритті зв'язку між математичною теорією поверхонь другого порядку виду $z=kxy$ (гіперболічний параболоїд) та теоріями фізичних процесів, що описуються рівняннями такого виду, внаслідок чого:

- віднайдено варіант системного просторового зображення графіків відповідних процесів;
- розроблено метод розв'язування відповідних типових задач.

3. У розробці методики інтеграції знань з фізики і математики як засобу формування творчого мислення старшокласників на базі програмного матеріалу, доповненого авторським методом гіперболічного параболоїда.

Теоретична значущість дослідження полягає у тому, що його результати дають основу посилення інтеграції знань з фізики і математики (і не тільки) як у загальноосвітній школі (від початкових до старших класів), так і у вищій школі за умови забезпечення принаймні відповідних додатків до існуючих підручників та посібників.

Практична значущість дослідження визначається, *по-перше*, можливістю реалізації запропонованої методики вчителями загальноосвітніх шкіл завдяки комплектам відповідних методичних розробок, куди включаються:

- тексти теоретичного матеріалу;
- методичні рекомендації (в тому числі з виготовлення просторово-графічних моделей);
- навчальна комп'ютерна програма;
- дидактичний матеріал для реалізації творчоспрямовуючих заходів та для діагностики і контролю рівня сформованості креативності учня.

По-друге, у результаті впровадження в навчально-виховний процес запропонованих творчоспрямовуючих заходів з'являється можливість:

- економити навчальний час за рахунок використання методу гіперболічного параболоїда при розв'язуванні типових фізичних задач з використанням графіків залежностей

фізичних величин виду $z=kxy$ (а такі залежності становлять 40% серед формул шкільного курсу фізики!);

- посилити мотивацію навчання методом постановки перспектив та орієнтирів (дидактичних ігор, театралізованих уроків, конкурсів тощо);

- підвищити рівень самостійності, логічності, широти та просторової образності мислення учнів шляхом залучення їх до виконання довготривалих самостійних робіт, що містять задачі творчого спрямування (індивідуально-диференційована форма роботи);

- розвивати довільну увагу учнів шляхом залучення їх до виготовлення просторових моделей гіперболічного параболоїда тощо.

Обґрунтованість та вірогідність результатів дослідження забезпечується застосуванням комплексу методів дослідження, адекватних його меті та завданням; побудовою дослідження з урахуванням результатів аналізу значного обсягу теоретичного та емпіричного матеріалу; коректним використанням методів математичної статистики при обробці даних, одержаних у ході педагогічного експерименту.

Особистий внесок автора дисертації полягає: по-перше, у доведенні можливості використання інтеграції знань з фізики і математики в якості засобу формування творчого мислення старшокласників (аргументація: змістовий та процесуальний аспекти інтеграції знань, психофізіологічні особливості процесу творчого мислення та індивідуальність рамок часу розв'язування творчої задачі); по-друге, у виявленні ряду резервів посилення інтеграції знань учнів з фізики і математики (зокрема, введення нового елементу бази просторового мислення – методу гіперболічного параболоїда (авторського)); по-третє, у розробці методики введення поняття та методу гіперболічного параболоїда у шкільний курс математики і фізики; по-четверте, у розробці блоків фізичних задач творчого спрямування для довготривалої роботи (із застосуванням гіперболічного параболоїда); по-п'яте, у розробці ігрового та театралізованого уроків.

Результати дослідження публікувались у науково-методичних журналах, у збірниках матеріалів Всеукраїнських науково-методичних конференцій (всього 18 публікацій без співавторства).

Упровадження й апробація результатів дослідження здійснювались у процесі експериментального навчання учнів шкіл Дніпропетровської області - смт Томаківка, сіл Вищетарасівка, Володимирівка (Довідка №215 від 25.11.2004р.), Ленінське, Мар'їнське (Довідка №320 від 21.11.2004р.).

Основні результати дослідження доповідались та одержали позитивну оцінку на:

- Міжнародній науково-практичній конференції “Реалізація основних напрямків реформування освіти в середніх і вищих навчальних закладах” (7-9 вересня 2000 року в Херсонському ДПУ);

- Всеукраїнській конференції “Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики” (26-28 квітня 2001 року в Криворізькому ДПУ);

- Всеукраїнській науково-практичній конференції “Засоби реалізації сучасних технологій навчання” (11-12 травня 2001 року в Кіровоградському ДПУ);

- Всеукраїнській науково – практичній конференції “Інформаційні технології в освіті” (16-19 травня 2001 року в Мелітопольському ДПУ);

- Всеукраїнській науково-практичній конференції “Реалізація сучасних вимог до контролю і оцінювання навчальних досягнень учнів і студентів у вивченні природно-математичних дисциплін” (6-7 вересня 2001 року в Херсонському ДПУ);

- II Всеукраїнській науково-практичній конференції “Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики” (25-26 квітня 2002 року в Криворізькій філії Запорізького інституту економіки та інформаційних технологій);

- Міжнародній конференції “Сучасні тенденції розвитку природничо-математичної освіти” (11-14 вересня 2002 року в Херсонському ДПУ);

- Всеукраїнській науково-методичній конференції „Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій технічній школі” (14-15 березня 2003 року у Криворізькому металургійному факультеті НацМет АУ);

- Всеукраїнській науково-практичній конференції „Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі (7-8 квітня 2005 року у Криворізькому металургійному факультеті НацМет АУ);

- I-му обласному ярмарку педагогічних технологій “Освіта Дніпропетровщини XXI століття” (21-23 вересня 2000 року в м. Кривий Ріг, колегіум 81);

- VI-му Всеукраїнському конкурсі “Учитель року”, номінація фізика (14-15 лютого 2002 року в м. Дніпродзержинськ)

- III Міжнародній наук.-практ. конференції „Науковий потенціал світу – 2006” (вересень 2006 р., м. Дніпропетровськ);

- Всеукраїнській наук.-практ. конференції „Науково-методичні засади моніторингу якості освіти в педагогічних університетах” (Київ, 2007, НПУ ім. М.П. Драгоманова).

Основні результати дослідження також знайшли відображення на сторінках журналів “Фізика та астрономія в школі” (2000, №3; 2001, №1; 2002, №2; 2002, №4; 2003, №6; 2007, №1); “Математика в школі” (2003, №7); “Вестник Днепропетровского университета” (1995, Вып.1).

Структура та обсяг дисертації. Робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (275 найменувань) та 35 додатків (81 сторінка); текст дисертації викладений на 305 сторінках і містить 178 сторінок основного тексту, 18 таблиць та 32 рисунки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У вступі обґрунтований вибір теми та її актуальність, визначаються об'єкт, предмет, мета, робоча гіпотеза, завдання дослідження, наукова новизна, теоретична і практична значущість роботи, наводяться відомості про вірогідність отриманих результатів та їх апробацію.

У першому розділі „Теоретичні засади інтеграції знань учнів з фізики і математики у загальноосвітній середній школі” розглянута проблема інтеграції знань у науці, дидактичній теорії та шкільній практиці; дидактичні проблеми інтеграції знань з фізики і математики у контексті формування творчого мислення старшокласників; психолого-педагогічні основи інтеграції знань учнів з фізики і математики. Наведено деякі узагальнення, внесено ряд уточнень та пропозицій, зроблено відповідні висновки. Суть їх у наступному.

У процесі розвитку наук відбувається запозичення однією наукою мови і методів іншої науки з метою вивчення свого об'єкта та вироблення певного продукту (певного наукового знання). У результаті збагачуються також методи і мова цих наук. Це і є інтеграція наук (від лат. *Integratio* – поповнення, відновлення; *integer* – цілісний). Інтеграцію двох наук (наприклад, фізики і математики) пропонуємо зображати як своєрідний ланцюг взаємодій.

Як відомо, темпи зростання знань у науці набагато вищі, ніж темпи засвоєння їх елементів школярами. Щоб зменшити цю невідповідність, необхідно ширше і глибше упроваджувати інтеграцію знань з метою узагальнення, систематизації, ущільнення та якісного оновлення знань, спираючись на реально існуючі зв'язки між поняттями, явищами, теоріями тощо.

Інтеграція змісту освіти у середній школі спрямовується, зокрема, на підвищення рівня системності мислення учня та зменшення його навантаженості. При цьому може включатися той чи інший ступінь інтеграції знань – міжпредметний, синтетичний, інтегративний, що різняться співвідношенням таких компонентів, як системність, структурність, елементність.

Інтеграція знань – закономірність, яку треба враховувати не тільки при визначенні змісту, але і форм, методів та засобів навчання школярів. Робота вчителів-предметників з інтеграції знань повинна бути взаємоузгодженою.

У дисертаційній роботі зображаються зв'язним графом взаємовпливи науки, природи, соціуму, вчителя, навчального матеріалу й учня. Підкреслюється, що важливо не згяти

період сенситивності (чутливості) учня до самоствердження. Узагальнюється класифікація видів мислення (9 видів); виокремлюються ознаки репродуктивного та творчого (продуктивного) мислення і їх взаємозв'язок. Аналізуються такі односторонні підходи до трактування мислення та організації навчання, як асоціанізм, біхевіоризм (репродуктивний підхід) та гештальтпсихологія (продуктивний). Наголошується, що оскільки інтуїтивне мислення є центральною ланкою процесу творчості (воно спирається на згорнуте сприйняття індивідом всієї проблеми відразу і не має чітко виражених етапів), а інтуїтивна здогадка полягає у виборі потрібних елементів знань, то реальною базою інтуїції слугують засвоєні індивідом зінтегровані різнопредметні знання (і, зокрема, фізико-математичні).

У роботі виокремлено ряд дидактичних проблем інтеграції знань з фізики і математики, для розв'язання яких можуть бути використані наступні заходи як резерви дидактики фізики:

- відслідковувати інтеграцію знань у науці з метою принагідного впровадження в шкільну практику;
- вдало відібрати науковий матеріал для шкільного курсу фізики і математики та відпрацьовувати методи його вивчення;
- систематично впроваджувати і поглиблювати інтеграцію елементів змісту шкільної освіти (і, зокрема, інтеграцію елементів фізики і математики);
- підкреслювати значущість математичної мови та зведеної над нею дедуктивної системи (оперування формулами та фізична інтерпретація результату);
- ознайомлювати старшокласників із загальними фізико-математичними методами дослідження;
- упроваджувати в навчально-виховний процес внутрішньо зінтегровані розробки блоків завдань для довготривалої самостійної роботи учнів, блоків формул та блоків графіків за розділами курсу фізики;
- ввести в шкільний курс фізики і математики гіперболічний параболоїд як блок просторових графіків в авторській розробці.

Процеси внутріпредметної та міжпредметної інтеграції знань при розв'язанні тієї чи іншої проблеми сприяють:

- появи та укріпленню асоціативних зв'язків – психічних новоутворень у мозку людини (їх формування може бути керованим, що доведено завдяки дослідженням О.М. Леонтєва, П.Я. Гальперіна, О.В. Запорожця, В.В. Давидова, Н.Ф. Тализіної), а це уможливило виокремлення відправних точок на шляху розв'язання проблеми;
- формуванню здатності людини до планування;
- полегшенню роботи пам'яті, оскільки, по-перше, природно взаємопов'язані властивості об'єкта вивчення пов'язуватимуться і в пам'яті; по-друге, найважливішими

характеристиками запам'ятовування є (за А.О. Смирновим) прийоми смислового групування і виділення смислових опорних пунктів та співставлення нового із вже відомим. (При цьому зауважимо, що при вивченні фізики опорними пунктами можуть слугувати формули фізичних законів).

Залежно від того, який рівень самостійності і творчості учня потрібно сформувати, учитель повинен вибирати відповідні методи навчання і виховання (з включенням, наприклад, таких новацій, як інтеграція знань у довготривалих самостійних роботах творчого спрямування, у дидактичних іграх, конкурсах тощо).

Таким чином, у результаті аналізу стану та ролі інтеграції знань у науці та освіті було виявлено ряд резервів розв'язання такої актуальної проблеми дидактики, як формування творчого мислення старшокласників – саме через інтеграцію знань з фізики і математики.

У **другому розділі** „Методика здійснення інтеграції знань з фізики і математики як засобу формування творчого мислення старшокласників у сучасній загальноосвітній школі” висвітлюються особливості інтеграційних процесів та їх роль у формуванні творчого мислення старшокласників; розробка методики інтеграції знань учнів з фізики і математики у контексті формування продуктивного стилю мислення старшокласників; формування інтегративних знань учнів з фізики і математики засобами комп'ютерних технологій; розробка й упровадження в навчально-виховний процес дидактичних матеріалів з інтеграції знань учнів. Розглядається ряд авторських акцентів та доповнень у питаннях теорії та методики інтеграції знань учнів з фізики і математики – на рівнях цілей, змісту, методів, засобів і форм навчання.

Теорія пізнання стверджує, що методологічною парадигмою сучасної діяльності людини має стати творчість; поняття творчості сформульоване ще не остаточно. Можна сказати, що ядром наукової творчості є результативна іскра, інсайт інтеграції елементів знань. У роботі пояснюються алгоритми циклів наукової творчості двох видів (в авторській розробці схем та їх опису). Відомо, що мислення як процес відбувається завдяки мисленнєвим діям (діям з об'єктами, які відображені в образах, уявленнях, поняттях) та завдяки мисленнєвим операціям (аналіз, синтез, інтеграція, абстрагування, узагальнення, класифікація, систематизація), породжує цілі, оцінки, потреби.

Розвивається теорія *діяльності* особистості (О.М. Леонтьєв, С.Л. Рубінштейн, Г.С. Костюк, В.В. Давидов та інші). Діяльність – це процес розв'язування задачі (Г.С. Костюк). Звідси можна зробити висновок, що творча діяльність – це процес розв'язування творчих задач. Квант творчої діяльності – це творча задача (Л.С. Виготський). Одним із досягнень науки є визначення центральної ланки психологічного механізму творчості. Ця ланка характеризується єдністю логічного (дії зі знаковими моделями) та

інтуїтивного (дії з оригіналами) (Я.О. Пономарьов). Підтвердженням висновків дослідження Я.О. Пономарьова можуть бути подані нами алгоритми циклів наукової творчості двох видів, де, зокрема, основною ланкою є інтеграція знань та її інсайт – творчий синтез.

У дисертаційній роботі представлена в авторській розробці деталізована змістово-процесуальна схема інтеграції знань при розв'язанні учнем конкретної фізичної задачі пошуково-творчого спрямування, де розкривається зв'язок інтеграції знань з фізики (Φ) і математики (M) з творчим мисленням учня, подається формула цього зв'язку:

$$\Phi + M + \text{творче мислення} \Rightarrow \Phi_{\text{нідс}} + M_{\text{нідс}} + \Delta\Phi + \Delta M, \quad \Delta\Phi + \Delta M > 0,$$

де $\Phi_{\text{нідс.}} + M_{\text{нідс.}}$ – підсилені знання з фізики і математики;

$$\Delta\Phi + \Delta M \text{ – приріст знань з цих предметів;} \quad (\Phi_{\text{нідс}} \neq \Phi + \Delta\Phi).$$

Також показано впливи учителя через спілкування, фасцинацію, мотивацію, заходи спонукання, завдання та педагогічний контроль.

Виокремлено висновки педагогічної психології, якими повинен керуватися вчитель у процесі формування творчого мислення старшокласників (стосовно потреб, мотивів, емоцій, естетичності).

Наводиться розробка узагальненої схеми процесу розв'язування творчого завдання, за якою внутрішній результат, тобто підсилення знань (II) та приріст знань (IIp) і зовнішній результат, тобто оформлення розв'язку задачі (P) є функціями від мисленнєвих дій (D) учня; у свою чергу $D = f(B, C, Z, Z_n)$;

де B - вхідні параметри ЗУН та психологічні показники;

Z_n – засоби навчання ;

Z – завдання до творчої дії (інтегративні), $Z = f_1(B, Z_n)$;

C – кваліфіковані заходи спонукання, $C = f_2(B, Z_n, Z)$.

У дисертаційній роботі подається узагальнення означення продуктивного стилю мислення (ПСМ) як системи, компонентами якої є: психофізіологічний потенціал; мотивація; зосередженість на предметі творчості; високий рівень самостійності мислення; знань, умінь, навичок; задоволеність своєю діяльністю.

Виходячи з того, що ПСМ школяра формується і розвивається у процесі зосередженого виконання завдань творчого спрямування, що відповідають його інтересам та здібностям, у роботі подається розробка системи компонентів (K_i) впливу на формування ПСМ старшокласника та схеми їх включення. Створення проблемної ситуації (K_1), виклик спонтанного інтересу до ситуації та його підтримка емоційним фоном (K_2) – з одного боку, а також достатнє методичне забезпечення (K_3) та базові різнопредметні знання (K_4) – з другого боку – повинні забезпечити сприйнятливості учнем проблемної ситуації (K_5). Значний вплив

на формування ПСМ старшокласника чинить тренінг інтелектуально-творчих можливостей (K_6), а також операціональний компонент (K_7). Прямо або опосередковано всі ці компоненти впливають на пошук методу розв'язання проблеми, продуктивне мислення, інтеграцію елементів знань, розв'язання проблеми, рефлексію (K_8). У випадку вивчення фізики компоненти 1 – 8 повинні містити елементи інтеграції знань з фізики і математики, опис яких подається в роботі. Також подається схема та опис системи творчоспрямовуючих заходів та їх методичного забезпечення; подається опис заходів, що стимулюють формування в учнів мотивації до подальшого вивчення фізики.

З метою реалізації індивідуального підходу у навчанні фізики (а також аргументації вибору контрольних та експериментальних класів) пропонуються (в деталях) відкориговані й апробовані тести рівнів таких психологічних характеристик учня, як: розумова працездатність, просторове мислення, креативність, зацікавленість матеріалом уроку, сприйняття нового матеріалу, а також три різновиди анкет. Зкориговано поправки на відгадування відповідей в оцінці за допомогою тестів.

Вноситься пропозиція щодо узгодження символічних позначень системи координат принаймні у шкільних підручниках фізики і математики.

З метою розширення і поглиблення змісту базових знань з фізики і математики та урізноманітнення форм навчальної діяльності як чинників формування продуктивного стилю мислення старшокласників пропонується комплект теоретичних і методичних матеріалів, до якого включено такі авторські розробки, як:

- метод гіперболічного параболоїда (теоретичні основи; обґрунтування доцільності; методика впровадження в навчально-виховний процес; рекомендації з виготовлення моделей);

- блоки багатоваріантних завдань для довготривалої самостійної роботи (з розділів: кінематика, динаміка, МКТ і термодинаміка), блоки формул і графіків для подальшої обробки;

- навчаюча комп'ютерна програма КОПР та приклад її реалізації;

- дидактична гра на подвір'ї “Падаючі кульки”;

- узагальнюючий театралізований урок “Відкриття на зіткненні двох наук” (з питань інтеграції наукових знань в історичному процесі відкриття законів ідеального газу);

- матеріал для фізико-математичного гуртка: „Нетрадиційний підхід до обчислення площі кругового сегмента та серпа”, складання і розв'язування задач прикладного характеру.

Як підтверджує досвід, цей комплект доцільно покласти в основу додатку до відповідних шкільних підручників фізики.

Охарактеризуємо деякі його складові.

Серед фізичних процесів, які вивчаються у шкільному курсі фізики, можна виділити

найбільший клас тих процесів, що виражаються як залежності між трьома змінними величинами виду $z=xy$ чи $z=kxy$. (Це формули $s=vt$, $v=at$, $N=Fv$, $U=IR$ і т.п.; їх налічуємо 32 з 80 формул, тобто 40%). Такий об'єктивно існуючий клас фізичних процесів для вивчення правомірно потребує графічного зображення у тривимірному просторі. У цьому ми вбачаємо важливу методологічну проблему.

У курсі аналітичної геометрії вивчається гіперболічний параболоїд – поверхня, на якій одночасно розміщуються сімейства прямих, гіпербол і парабол. Якщо його рівняння взяти у виді $z=xy$ і використати один із запропонованих нами варіантів його зображення, то на ньому легко виокремити ті чи інші потрібні лінії чи точки. Тепер можна стверджувати, що віднайдено єдиний ключ для розв'язання сформульованої вище методологічної проблеми.

Теоретичним абстракціям гіперболічного параболоїда можна надати статус *методу* на тій підставі, що вони застосовуються для опису і дослідження ряду фізичних процесів. „Метод є сама теорія, але приведена в дію” (Н. Стефанов, болгарський філософ).

Як показав проведений нами експеримент, процес ознайомлення старшокласників з гіперболічним параболоїдом як геометричною фігурою та як методом розв'язування типових задач є цілком доступним та доцільним і має включати наступні три *етапи*.

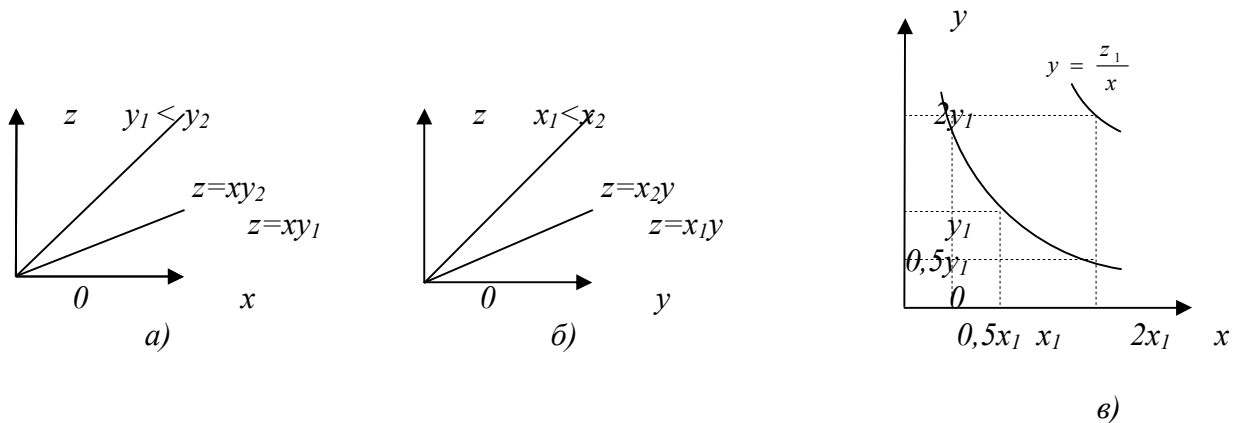


Рис.1. Графіки прямо пропорційної (а, б) та обернено пропорційної (в) залежностей; їх розміщення на гіперболічному параболоїді $z=xy$ у I октанті системи координат $Oxyz$ (г)

Етап *узагальнення знань з математики* про графіки квадратичної, прямої та оберненої пропорційної залежностей (рис. 1 а, б, в); зведення графіків цих залежностей у систему просторових графіків шляхом розміщення їх на гіперболічному параболоїді $z=xy$ (модель чи рисунок 1, г), залучення учнів до виготовлення різновидів моделей гіперболічного параболоїда з розміщенням ізоліній на ньому.

Етап *узагальнення знань з тієї чи іншої теми курсу фізики* про площинні графіки виду $z=kxy$; зведення цих графіків у *систему просторових графіків*, тобто розміщення їх на гіперболічному параболоїді.

Етап *формулювання правил методу гіперболічного параболоїда*, що застосовується у розв'язанні трьох різновидів проблем, а саме:

1. Метод гіперболічного параболоїда у *дослідженні* площинних графіків залежностей між величинами виду $z=xy$, де одна з величин фіксована, полягає у наступному:

- якщо на одній з осей координат розміщена змінна величина z , то графіком даної залежності буде пряма лінія, причому її кут з віссю Oz буде тим менший, чим більшим буде значення фіксованого співмножника (рис. 1, а, б);

- якщо величина z фіксована, то графіком даної залежності буде гіпербола; її вершина буде тим далі від початку координат, чим більшим буде значення фіксованого z (рис. 1, в).

2. Метод гіперболічного параболоїда у розв'язанні фізичних задач на застосування залежності виду $z=k \cdot x \cdot y$ полягає у побудові (з поясненням) просторового графіка відповідних процесів (на моделі гіперболічного параболоїда) до віднайдення відповіді.

3. Метод гіперболічного параболоїда у вправах на перетворення площинних графіків залежностей виду $z=k \cdot x \cdot y$ полягає у побудові відповідного просторового графіка та його проекції на потрібну координатну площину.

Метод гіперболічного параболоїда знаходить застосування у розв'язуванні більшості завдань, сформульованих у додатках до даної роботи.

Як підказує логіка і підтверджує досвід, етап традиційного (інформаційно-процедурного) навчання доцільно доповнити орієнтуванням дій учня на певну перспективу (на виконання довготривалих самостійних робіт зі складання і розв'язування задач на конкурс і залік, участь у дидактичних іграх, театралізованих уроках, виготовлення моделей тощо), за якої всі учні класу (з різними рівнями сформованості конвергентного і дивергентного мислення) можуть бути залучені до посильної продуктивної діяльності, у них з'явиться можливість творчості, бо при цьому розвивається мотивація, посилюється інтерес до предмету, з'ясовується його практична значущість, розвивається самостійність учня завдяки індивідуалізації та диференціації навчального процесу – учень виконуватиме завдання у вибраний ним час, працюватиме в індивідуальному темпі, зможе скористатися допомогою вчителя чи товаришів, осмислити способи розв'язування завдань.

Значимість методу гіперболічного параболоїда подана рисунком 2.

У **третьому** розділі „Педагогічний експеримент та його результати” розглянуті завдання, технологія та результати педагогічного експерименту, який проводився з метою перевірки справедливості робочої гіпотези та визначення ефективності запропонованої методики інтеграції знань з фізики і математики; було залучено 480 учнів 9–11 класів шести шкіл Дніпропетровської області (чисельність вибірки обґрунтовується).

В експериментальній групі класів (240 учнів) при вивченні програмного матеріалу з фізики і математики упроваджувався підхід орієнтування дій учнів на перспективу, використовувались метод розробки матеріалів інформаційного та задачного спрямування, через які реалізувалась концепція дослідження.

У ході експерименту розв'язувались *завдання*:

1. Визначити показники для кількісної оцінки сформованості творчого мислення старшокласників (у процесі вивчення фізики), виділити рівні та критерії.

2. Виявити резерви інтеграції знань учнів з фізики і математики як засобу формування творчого мислення, розробити і реалізувати відповідну методику.

3. Перевірити ефективність розробленої методики із застосуванням методів математичної статистики.

У *технологію* педагогічного експерименту включено:

- створення проблем на перспективу та їх реалізацію;
- анкетування учнів та вчителів;
- тестування учнів;
- діагностування проведенням самостійних і контрольних робіт.

Педагогічний експеримент проводився у період з 1996 по 2005 роки. Етапи експерименту: *підготовчий; експериментальне дослідження* (констатуючий, пошуковий, формуючий експерименти) *та обробка результатів* за статистичними критеріями.

На *підготовчому* етапі обґрунтовується актуальність теми дослідження, визначається мета і завдання дослідження, аналізується наявна література з проблем дослідження; розпочата розробка відповідних методичних матеріалів.

В основу оцінювання у наступних замірах покладаємо виокремлену нами систему показників конвергентного і дивергентного мислення та самостійності учнів; система оцінювання зводиться до 12-бальної. При градації шкали сформованості творчого мислення старшокласників виділено 4 рівня: дуже низький, низький, середній, високий; сформульовано критерії цих рівнів; подано шкалу відповідностей одержаних оцінок та рівнів, яка певною мірою узгоджується з 4-рівневою шкалою оцінювання ЗУН учнів.

У ході *констатуючого* експерименту було проведено констатуючі заміри, за наслідками яких було визначено рівні сформованості творчого мислення старшокласників. Понад 80% учнів контрольної та експериментальної груп показали низький і дуже низький рівні. Причини такого стану вбачаються, в основному, у відсутності належної уваги до формування творчого мислення учня, зокрема, на уроках фізики і математики; у недостатній обізнаності учнів із методами мисленнєвої діяльності; у недостатній сформованості просторово-графічного мислення; у недостачі часу, відведеного на розв'язування творчого завдання.

У ході пошукового експерименту були відкориговані аспекти дослідження, його концепцію, гіпотезу і завдання, з'ясувались можливості авторського методу гіперболічного параболоїда стосовно формування творчого мислення старшокласників та можливості прийому орієнтування дій учнів на перспективу, розроблялись і коригувались складові комплекту теоретичних і методичних матеріалів з інтеграції знань учнів з фізики і математики. Результати дослідження доповідались на конференціях. Висновки перевірялися із застосуванням методів математичної статистики (критерії Вілкоксона, Макнімара, Вілкоксона-Манна-Уїтні, швидкий критерій знаків).

У ході формуючого експерименту перевірялась ефективність розробленої методики інтеграції знань учнів з фізики і математики. Концепція дослідження була реалізована у комплекті адекватних теоретичних і методичних матеріалів, розрахованому на вчителів та учнів експериментальних класів. Був проведений заключний зріз, результати якого порівнювалися з результатами початкового зрізу. За використання критерію Пірсона та критерію Колмогорова доведено, що виявлені відмінності у розподілах оцінок рівнів сформованості творчого мислення старшокласників до і після проведення формуючого експерименту є статистично значущим тільки в експериментальній групі класів. Отже, можна припустити, що саме факт реалізації розробленої методики інтеграції знань старшокласників з фізики і математики сприяв покращенню результатів (чисельність учнів з дуже низьким і низьким рівнями сформованості творчого мислення в експериментальній вибірці зменшилась на 29%, а в контрольній вибірці – лише на 5%).

Отже, можна зробити висновок, що у ході педагогічного експерименту була підтверджена робоча гіпотеза дослідження. Система одержаних показників свідчить про підвищення результативності навчання і підвищення рівня творчого мислення старшокласників, що стало можливим, напевно, завдяки сформованості достатнього рівня просторово-графічного мислення та стійкого вміння самостійно встановлювати зв'язки між різними системами знань, в першу чергу з фізики і математики; така самостійність формується у продуктивній діяльності учнів під час реалізації спланованого процесу інтеграції знань за прийому орієнтування дій учнів на перспективу.

Узагальнення матеріалів педагогічного дослідження дає підстави зробити наступні **ВИСНОВКИ**.

Проблема методики формування творчого мислення старшокласників як елемента стратегічної цілі освіти в Україні досі є актуальною. Потужним засобом її розв'язання може бути інтеграція різнопредметних знань. При формуванні змісту освіти певною мірою використовується принцип інтегративності, спрямований на надання можливості учневі

застосовувати (вінтегровувати) набуті знання з одного предмету в розв'язання ряду завдань з інших предметів. Для інтеграції знань на елементарному рівні характерним є не тільки змістовий аспект, а й процесуальний – поєднаний з процесом творчого мислення учня (і тільки це поєднання дає приріст знань).

Формування творчого мислення старшокласників як процес його зміни і розвитку потребує відповідного зовнішнього цілеспрямованого впливу за допомогою певного комплексного засобу. Спрямованість впливу визначається психофізіологією процесу творчого мислення: домінує робота правої півкулі головного мозку – візуальність, *цілісне сприйняття об'єкта*, варіативність, інтуїтивність, стимуляція лівопівкульного мислення – логічного; *рамки часу*, протягом якого повинні зберігатися умови для творчої діяльності учня, залежать від його здібностей.

Варіант розв'язання цієї проблеми пропонується у даній роботі:

1. Дане дослідження показує, що цілеспрямований вплив на формування творчого мислення старшокласників можна чинити за допомогою інтеграції знань з фізики і математики як комплексного навчально-методичного засобу, основними складовими якого, зокрема, є:

1) Введення у шкільний курс фізики і математики авторського методу гіперболічного параболоїда як нового *елемента бази мислення*. У його основі – просторово-графічна модель системи процесів, які аналітично описуються залежністю виду $z=kxy$ ($s=vt$, $N=Fv$, $U=IR$, $pV= \nu RT$, ... – 40% формул шкільного курсу фізики). Активізуючи правопівкульне (дивергентне) мислення учня, цей метод дозволяє:

- покращити рівень просторово-графічного мислення у ході виготовлення і застосування просторових моделей;
- спростити процес подачі та сприйняття потужного обсягу знань;
- виробити в учнів уміння творчо застосовувати ці знання.

2) Упровадження розроблених автором блоків багатоваріантних завдань творчого спрямування як *об'єкта творчих дій* (із застосуванням методу гіперболічного параболоїда) для *довготривалої* самостійної роботи, організація якої потребує орієнтування дій учнів на перспективу; дидактичних ігор, театральних уроків та матеріалів гурткової роботи як *заклучних* форм творчої діяльності.

2. Як підґрунтя запровадження цих складових у навчальний процес у дисертаційній роботі розроблений ряд **методологічних питань** стосовно процесів інтеграції знань та творчого мислення:

1) Пропозиція резервів розв'язання деяких дидактичних проблем, виокремлених у даному дослідженні.

2) Інтеграція знань та її інсайт в алгоритмах наукової творчості двох видів (авторські блок-схеми).

3) Зв'язок інтеграції знань з творчим мисленням учня, деталізована схема та формула цього зв'язку.

4) Функціональні зв'язки компонентів впливу на процес розв'язування учнем творчої задачі, їх узагальнена схема.

5) Введення терміну „доцентрово-відцентрова” або „ланцюгова” інтеграція – стосовно інтеграції змішаного типу, схематичне зображення.

3. Розроблена **методика** здійснення інтеграції знань з фізики і математики у контексті формування продуктивного стилю мислення старшокласників, основними складовими якої є:

1) Система творчоспрямовуючих заходів та методичного забезпечення з інтеграції фізико-математичних знань учнів, її оглядова схема.

2) Особливості методики впровадження інтеграції знань з фізики і математики у компоненти впливу на формування продуктивного стилю мислення старшокласників. Схема.

3) Пропозиція щодо узгодження знаково-символьних позначень у графічних зображеннях фізичних процесів.

4) Формування інтегративних знань учнів з фізики і математики засобами комп'ютерних технологій; авторська компоновка навчаючої комп'ютерної програми та приклад її застосування.

5) Заміри психологічних характеристик здібностей та ЗУН учнів, блок відповідних тестів та анкет (9 позицій).

6) Методика введення поняття гіперболічного параболоїда як носія просторової системи графіків у шкільний курс математики; методика упровадження методу гіперболічного параболоїда у шкільний курс фізики.

7) Розробка тренінгів, вправ та завдань творчого спрямування для контрольних робіт і довготривалої самостійної роботи (що передбачають застосування методу гіперболічного параболоїда) (16 позицій); дидактичної гри на подвір'ї „Падаючі кульки”(кінематика); театралізованого уроку „Відкриття на зіткненні двох наук”; матеріалу для занять фізико-математичного гуртка з виведення нової (авторської) формули фаз перекритості двох кругів.

4. Рівні сформованості творчого мислення учня, визначені у ході педагогічного експерименту, співзвучні з рівнями ЗУН і мають в основі оцінювання систему показників конвергентного і дивергентного мислення та самостійності у виконанні завдань творчого спрямування. Обробку результатів експерименту проведено з використанням методів математичної статистики. Одержані показники засвідчують (з ймовірністю $P \geq 0,95$)

справедливість робочої гіпотези дослідження про суттєве підвищення рівня сформованості творчого мислення старшокласників внаслідок упровадження розробленої авторської методики інтеграції знань з фізики і математики.

Аналіз матеріалів дослідження засвідчує перспективність проблеми подальшої розробки методу просторових графіків та його упровадження у всі курси математики (і не тільки) від початкової до вищої школи.

Основний зміст дисертації викладено у таких публікаціях:

1. П о в а р С. В. Доцільність введення в шкільний курс математики гіперболічного параболоїда // Педагогічні науки. Зб. наук. праць.: Вип. 15. – Ч.ІІ. – Херсон: Айлант, 2000. – С. 67 – 73.
2. П о в а р С. В. Завдання для самостійної роботи і контролю знань учнів з основ молекулярно-кінетичної теорії і термодинаміки // Фізика та астрономія в школі, 2001. – №1. – С. 6 – 13.
3. П о в а р С. В. Інтегративні підходи до проблеми розв'язування задач з фізики // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Зб. наук. праць: В 3-х томах. – Кр. Ріг: Вид. відділ КДПУ, 2001. – Т.2. – С. 247–252.
4. П о в а р С. В. Пошуки інтегративного методу геометричного подання ізопроцесів в ідеальному газі // Наук. записки. – Серія: Педагогічні науки. – Засоби реалізації сучасних технологій навчання. – Вип.34. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2001. – С. 152 – 155.
5. П о в а р С. В. Активізація самостійної продуктивної діяльності учнів на уроках фізики (інтегративний підхід) // Зб. наук. праць. Педагогічні науки. – Вип. 24. – Херсон: Айлант, 2001. – С. 231 – 236.
6. П о в а р С. В. Навчаюча комп'ютерна програма як засіб реалізації інтеграції знань // Зб. наук. праць: – Матеріали наук. практич. конференції "Інформаційні технології в освіті". – Бердянськ: ДЦПУ, 2001. – С. 320 – 325.
7. П о в а р С. В. Завдання для самостійної роботи і контролю знань учнів з кінематики прямолінійного рівнозмінного руху // Фізика та астрономія в школі, 2002. – №2. – С. 9 – 13.
8. П о в а р С. В. З досвіду інтеграції знань з фізики і математики у позаурочній роботі // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Зб. наук. праць: В 3-х томах. – Кр.Ріг: Вид. відділ НацМетАУ, 2002. – Т. 2: Теорія та методика навчання фізики. – С. 258 – 263.
9. П о в а р С. В. Розробка дидактичної гри "Падаючі кульки" з кінематики. Фізика, 9 клас // Фізика та астрономія в школі, 2002. – №4. – С. 7 – 10.

10. П о в а р С. В. Побудова графіків ізопроцесів в ідеальному газі з використанням гіперболічного параболоїда як засіб формування просторового мислення старшокласників // Матеріали Міжнар. конф. "Сучасні тенденції розвитку природничо-математичної освіти" – Херсон: Вид. ХДПУ, 2002. – С. 230 – 233.
11. П о в а р С. В. Цикл наукової творчості та відтворення його ланок при вивченні фізики // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Зб. наук. праць. Вип. 3. – В 3-х томах. – Кр. Ріг: Вид. відділ НацМетАУ, 2003. – Т.2: Теорія та методика навчання фізики. – С. 262 – 265.
12. П о в а р С. В. Завдання для самостійної роботи і контролю знань учнів з динаміки прямолінійного рівнозмінного руху // Фізика та астрономія в школі, 2003. – №6. – С. 2 – 7.
13. П о в а р С. В. Взаємозв'язок творчого мислення та інтеграції знань на елементарному рівні // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі: Зб. наук. праць. – Кр.Ріг: Вид. відділ НацМетАУ, 2005. - С. 239 – 242.
14. П о в а р С. В. Функціональні зв'язки процесу розв'язування творчого завдання // Фізика та астрономія в школі, 2007. – №2. – С. 17 – 18.
15. П о в а р С. В. Метод визначення найімовірніших поправок на випадкове угадування відповідей у тестах розпізнавання // Матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конференції „Науково-методичні засади моніторингу якості освіти в педагогічних університетах” –Київ.-2007. –НПУ ім.. М.П. Драгоманова.