

B14

нет дисерт.

НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені М.П. Драгоманова

НБ НПУ
імені М.П. Драгоманова



100310083

ВАЙНТРАУБ МАРК АБРАМОВИЧ

УДК 373.1.3

**МЕТОДИКА РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНОГО
МИСЛЕННЯ УЧНІВ ЛІЦЕЮ**

13.00.02 - теорія та методика трудового навчання

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук
(у вигляді монографії)



Київ - 1998

Дисертацією є монографія

Робота виконана в Національному педагогічному університеті імені
М.П. Драгоманова, Міністерство освіти України

Науковий керівник: - академік АПН України, доктор педагогічних наук,
професор
Тхоржевський Дмитро Олександрович
Національний педагогічний університет імені
М.П. Драгоманова
Завідувач кафедрою трудового навчання та
креслення

Офіційні опоненти: - доктор педагогічних наук, професор
Дьомін Анатолій Іванович
Національний аграрний університет
Завідувач кафедрою педагогіки

- кандидат педагогічних наук, доцент
Олійник Віктор Васильович
Державна академія керівних кадрів освіти
Докторант

Провідна організація Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут", кафедра виробництва приладів,

Міністерство освіти України, м. Київ

Захист відбудеться " 17 " 06 1998 р. о " 14⁰⁰ " год. на засіданні
спеціалізованої вченої ради К 26.053.05 в Національному педагогічному
університеті імені М. П. Драгоманова (252601, Київ-601, вул. Пирогова 9).

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці університету (252601,
Київ-601, вул. Пирогова 9).

Автореферат розіслано " 14 " 05 1998 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Назаренко В.М.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність дослідження. Важлива тенденція розвитку виробництва в сучасному суспільстві - це активна діяльність з метою поліпшення якості життя. Тому необхідна творча активність особистості, її здібність до винахідництва й раціоналізації. Актуальність теми визначається насамперед необхідністю підготовки сучасних працівників з розвиненим винахідницьким інтелектом, які б володіли математичним апаратом, конструкторським та логічним мисленням для розв'язання різних технічних проблем. В ліцеях з технічними та математичними напрямками навчання широко впроваджуються основи техніки й технічного мислення. Таке завдання покладено на спеціалізований курс "Основи винахідництва та математичного моделювання в техніці", програма і методика якого розроблено автором і затверджено Міністерством освіти України в 1995 році.

Вибір 7^х, 8^х та 9^х класів для викладання курсу основ технічної творчості: не випадковий. Учні цього віку мають доволі ґрунтовну загальноосвітню, математичну підготовку і здатні до якісного засвоєння програми курсу. Знайомство учнів з названим курсом дає можливість глибше осягнути основи техніки, розвинути технічне мислення.

Методичним аспектам розвитку технічного мислення присвячено низку праць. Питання всебічного розвитку технічного мислення особистості засобами політехнічної освіти свого часу розробляли В.М.Мадзігон, В.О.Поляков, Д.О.Тхоржевський та інші. З урахуванням досліджень Д.Д.Зуєва, О.О.Таррасте та інших з'явилися навчальні посібники з метою підготовки учнів до науково-технічної діяльності. Різні аспекти розвитку науково-технічного мислення учнів розглядали Г.С.Альтшуллер, І.С.Якиманська, М.Л.Смульсон, Т.В.Кудрявцев, В.А.Горський, Е.М.Мілерян, В.В.Чебишева, В.С.Алексєєва. Важливим питанням конструкторських здібностей та пізнавальних інтересів учнів присвячені роботи А.І.Дьоміна, В.Н.Речицького, В.К.Сидоренка, В.В.Рибалка, Л.А.Янковського та інших авторів.

Але проблема до кінця і в усіх аспектах не розв'язана і з належною повнотою не висвітлена в існуючій науковій літературі. Недостатньо досліджена і науково обґрунтована система викладання основ техніки для учнів ліцеїв технічного та математичного спрямування. Викладання матеріалу розглядається багатьма дослідниками без опису пояснювальної математичної та технічної моделі, без достатнього числа цікавих прикладних наочних засобів, які дають можливість кращому сприйняттю техніки. Невраховні найновіші дані з практики ліцеїв, що утворилися після здобуття Україною незалежності. В процесі дослідження навчання учнів теорії винахідництва, розробленої Г.С.Альтшуллером, виявилось, що для успішного оволодіння так званим

методом алгоритму розв'язання винахідницьких задач (АРВЗ) заважають декілька причин:

- методика АРВЗ відзначається великою ступеню абстракції. Це ускладнює її практичне застосування учнями, особливо з невисоким рівнем абстрактного мислення;
- недостатність знань та досвіду в учнів заважають їм зрозуміти принцип дії технічного пристрою або системи через складні моделі;
- відсутність в методиці АРВЗ методів та прийомів, які дозволяють краще зрозуміти АРВЗ, наочно описати об'єкт або технічний пристрій. Це ускладнює можливість знаходження наочного шляху до суті проблеми, тих параметрів об'єкту або пристрою, які потрібно удосконалити.

Викладені в монографії автора методи та прийоми винахідництва ліквідують ці недоліки. Метод навчання учнів через логіко-конструкторські ігри та головоломки був досі досліджений недостатньо. Тому вивчення курсу "Основи винахідництва та математичного моделювання в техніці" з використанням АРВЗ є надзвичайно актуальним. Такий стан справ і визначив тему нашого дослідження.

Мета дослідження - теоретично обґрунтувати й експериментально випробувати методику розвитку технічного мислення учнів ліцеїв.

Об'єкт дослідження - є процес розвитку технічного мислення.

Предмет дослідження - є методи підвищення ефективності розвитку технічного мислення на основі змісту навчального предмету " Основи винахідництва та математичного моделювання в техніці".

Гіпотеза. Ефективність процесу розвитку технічного мислення може бути досягнуто на основі теорії Г. С. Альтшуллера, якщо її наповнити завданнями (змістом, задачами, логіко-конструкторськими іграми та головоломками), що за рівнем абстракції відповідають віковим можливостям учнів та доповнити методами та прийомами навчання, які підвищують інтерес учнів до техніки.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати стан проблеми.
2. Розробити та експериментально запровадити програму навчального курсу "Основи винахідництва та математичного моделювання в техніці".
3. Розробити систему методичних прийомів з використанням прикладного матеріалу, що сприятиме підвищенню інтересу до техніки.
4. Розробити творчий паспорт учня.

Методологічна основа дослідження визначається покликанням людини як творчої особистості, її здатністю всебічно розвиватися; науковим трактуванням природи людських здібностей, праці, суспільного виробництва, а також необхідністю мати технічно підготовлених учнів, здатних рухати в майбутньому

технічний прогрес.

У процесі експериментальної роботи використовувалися такі методи дослідження: аналіз історико-педагогічної, методичної та технічної літератури з проблем загальнотехнічної підготовки учнів; вивчення та узагальнення педагогічного досвіду вчителів трудового навчання; педагогічний експеримент.

Наукова новизна дослідження полягає в обґрунтуванні змісту нового навчального предмету "Основи винахідництва та математичного моделювання в техніці".

Теоретична значущість полягає в розробці системи методичних прийомів та об'єктів конструювання, що впливають на ефективність розвитку технічного мислення учнів ліцею та в удосконаленні на основі цього методики АРВЗ.

Практична значущість дослідження полягає в тому, що розроблено і впроваджено у практику роботи ліцеїв Києва зміст та методику вивчення курсу "Основи винахідництва та математичного моделювання в техніці"-це сприяє кращому засвоєнню основ техніки та розвитку технічного мислення.

Вірогідність і обґрунтованість результатів дослідження забезпечуються тісним зв'язком з сучасною теорією навчання і розвитку, з аналізом фактичних матеріалів, застосуванням методів дослідження, їх адекватній статистичній обробці та підтверджуються ефективністю практичної роботи ліцеїв Києва.

Особистий внесок автора полягає в розробці змісту та методики навчання нового учбового предмету "Основи винахідництва та математичного моделювання в техніці", що призвело до удосконалення системи АРВЗ Г.С.Альтшуллера за допомогою системи методичних прийомів.

Основні етапи дослідження.

Дослідження провадилися у три етапи. На першому етапі (1990 ÷ 1993 р.р.) вивчалися науково-педагогічна, методична, технічна література, навчальні програми та посібники з трудового навчання та математики; визначено об'єкт і предмет дослідження, висунуто гіпотезу, поставлено завдання; розроблено схему та експериментальну програму з основ технічного мислення.

На другому етапі (1993 ÷ 1995 р.р.) проводилася апробація змісту навчання учнів з основ винахідництва та математичного моделювання; здійснено експертну оцінку основ винахідництва та математичного моделювання учнів середнього та старшого шкільного віку.

На третьому етапі (1995 ÷ 1997 р.р.) узагальнювалися і оброблялися результати дослідження; були сформульовані висновки, розроблені навчальні програми, методичні рекомендації та методичні посібники, підготовлена монографія. Впроваджено в педагогічну практику основні положення дослідження.

Апробація результатів дослідження: основні результати дослідження, теоретичні положення та практичні рекомендації доповідалися та отримали позитивний відгук на розширеному засіданні кафедри трудового навчання університету імені М.П. Драгоманова, на наукових конференціях, методичних та науково-практичних семінарах ліцеїв Києва.

Впровадження результатів дослідження здійснювалося в процесі навчально-виховної роботи в ліцеях Києва (Києво-Печерський ліцей №171 "Лідер", політехнічний ліцей ТЛ НТУУ "КПІ", ліцей №142 "Політехнічна школа"), на наукових семінарах кафедри виробництва приладів НТУУ "КПІ".

За матеріалами досліджень здійснені публікації в збірниках: "Пробна програма спецкурсу для середніх загальноосвітніх навчально-виховних закладів" (1995 р.) [2], "Програми розвитку творчого мислення учнів загальноосвітніх шкіл ліцеїв і гімназій. Методичні рекомендації (1995р.) [3,4]. А.с.СРСР 1347959, 1676647, 1678404, 1713607, 1719000, 1755841, 1755842 (1990 - 93 р.р.), патенти України 1201, 1222, 1224, 1225, 1226, 1227, 1228, 1229, 1230, 1242, 1243, 1244, 1245, 1246, 1247, 1248, 1249, 1250, 1251, 1252, 1291, 1350 (1994 - 1995 р.р.) [7 ÷ 37]. На основі здобутих результатів була видана вказана монографія "Основи технического творчества" [1], навчальна програма та методика до спеціалізованого курсу "Основи винахідництва та математичного моделювання в техніці" для учнів середніх та старших класів.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Одне з важливих завдань сучасної педагогіки - формування творчої особистості учнів. Повсюдна комп'ютеризація, застосування новітніх технологій, радикальне реформування змісту освіти у вищій та середній школах вимагають нестандартних шляхів реалізації цієї мети; передусім ці шляхи мають бути зорієнтовані на особистість.

Збільшення обсягів інформації, яка надається під час навчального процесу, особливо в ліцеях з технічним та математичним нахилом, потребує підготовленого учня з добре розвиненим інтелектом.

Вивчення основ техніки та технічного мислення - це частина навчання всієї шкільної освіти. Оскільки в сучасних умовах технічні дисципліни швидко розвиваються й оновлюються, необхідно навчати учнів основам техніки в тих аспектах науково-технічної діяльності, які в майбутньому допоможуть швидко зорієнтуватися при засвоєнні вибраної професії.

Оскільки запропоновані методичні прийоми ґрунтуються на математичних моделях, автор переконаний, що в ліцеях з технічним та математичним нахилом основи технічного мислення треба викладати разом з математичним

моделюванням. Практика показала, що дисципліна "Основи винахідництва та математичного моделювання в техніці" виконує це завдання.

Цінність розробки запропонованих методів полягає в тому, що вони залучають до основ техніки на найбільш цікавому для учнів прикладному матеріалі - логіко-математичних іграх, конструкторсько-логічних головоломках, творчих завданнях, технічних моделях, а також залучають до розуміння основ винахідництва в різних аспектах.

Метод розвитку технічного мислення за допомогою логіко-конструкторських ігор та головоломок дає можливість ефективно навчати:

- конструюванню, технології, раціоналізації та винахідництву при різних технічних рішеннях;
- дизайнові, як необхідному компонентові технічного об'єкту.

Розглянемо перший прийом цього методу: прийом розвитку технічного мислення на підставі діаграм Вена (графічне зображення будь-якої множини) - для знаходження нових технічних рішень.

При розгляді технічних задач використання математичних моделей у вигляді діаграм Вена теорії множини дають наочний і швидкий шлях до рішення. Використання елементів теорії множини та алгебри суджень допомагають наочно розв'язувати винахідницькі задачі на дроблення, винесення, об'єднання, універсальність тощо.

Цей прийом дозволяє одержати наочність при знаходженні рішення згідно АРВЗ (таблиці використання основних прийомів для усунення технічних суперечностей залежно від різноманітних параметрів).

Наприклад, згідно АРВЗ Альтшуллера, для розв'язання технічних суперечностей ваги рухомого об'єкта пропонуються прийоми в залежності від довжини рухомого об'єкта 8,15,29,34; при змінні площини рухомого об'єкта 15,17,4; а при змінні зникнення речовини 4,23,29,10. Якщо зобразити ці прийоми у вигляді діаграм Вена теорії множини (рис.1), одержимо три кола, що перетинаються і мають спільні прийоми 15,29,4.

Таким чином, згідно цієї моделі ми вийшли на ефективний наочний шлях знаходження оптимальної кількості прийомів 15, 4, 23, 10, 29, які потрібно розглянути згідно АРВЗ, щоб уникнути суперечностей ваги рухомого об'єкта при змінній його площини, зникнення речовини, а також знайти нове технічне рішення.

Розглянемо задачу: "Клас перетворюється на кінозал, коли під час заняття демонструється навчальний фільм. У цьому випадку не обійтись без екрану.

Його, звичайно, встановлюють прямо на дошці. Як зробити так, щоб навчальний процес раціоналізувати?”.

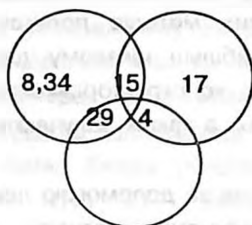


Рис.1. Приклад знаходження оптимальної кількості прийомів АРВЗ за допомогою діаграм Вена.

Розв'язання. Нехай А - класна дошка, В - екран. Для раціоналізації зручно об'єднати ці об'єкти. Побудуємо математичну модель двох об'єктів (подій) А і В (у цьому випадку об'єкти А і В ототожнюються з множинами А і В): $A \cup B$ - заштрихована частина (рис.2). Треба знайти такий об'єкт $C = A \cup B$, який би мав властивості як А, так В.

Перше, що спадає на думку стосовно цієї моделі, - об'єднати дошку й екран. Утворений об'єкт, природньо, повинен мати властивості як дошки, так і екрану. Тоді, якщо замінити чорну або коричневу класну дошку на білу та писати на ній кольоровою крейдою, щоб вона не забарвлювалася через неможливість повністю стерти рештки крейди з дошки, можна використати для стирання недорогий та зовсім нешкідливий розчинник. Зате на підготовку екрана не будемо марно гаяти час, а, демонструючи, наприклад, слайд, можна крейдою домалювати на дошці-екрані те, що видається потрібним.

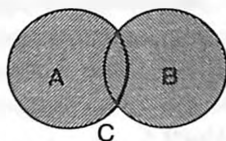


Рис.2. Математична модель розв'язання технічних рішень на прикладі класної дошки

Можна запропонувати учням навести приклади на використання перетину або доповнення множин. Приклади мають бути різні, з різних галузей науки, техніки, довколишнього середовища. У класі пропонувався, наприклад, такий: сухий цемент А і вода В утворюють цементний розчин С для будівництва. Цементний розчин, що містить в собі воду і цемент, має інші, ніж окремо вода

й сухий цемент, властивості.

Для з'ясування принципу доповнення слід підібрати такі винахідницькі задачі, де необхідно замінити одну частину об'єкта іншою, яка не належить до первісного об'єкта. Ось, наприклад, задача на цю тему:

"Поламани або зношені свердла викидають. Але їхні хвостовики виготовляють з легованої сталі, втрата якої завдає значних збитків. Як зробити так, щоб хвостовики не викидати?"

Скориставшись з поняття множин, можна запропонувати зробити свердло складеним: різальну частину робити з твердого й дефіцитного сплаву, а хвостовик - із звичайної сталі. З'єднуємо їх за високої температури при допомозі спеціально розробленого клею. Коли робоча частина свердла зношується, інструмент знову нагрівають і замінюють різальну частину на нову, залишаючи попередній хвостовик.

Використання елементів теорії множини та алгебри суджень допомагає розв'язувати винахідницькі задачі на дроблення, винесення, об'єднання, універсальність тощо.

Наприклад, при використанні принципу дроблення слід виділити головні його складові частини:

- 1) поділити об'єкт на незалежні частини В і С (рис.3а)
або (згідно з алгеброю суджень) $A = B \cup C$
- 2) виконати об'єкт розбірним (рис.3б)
- 3) збільшити ступінь дроблення об'єкта (рис.3в)

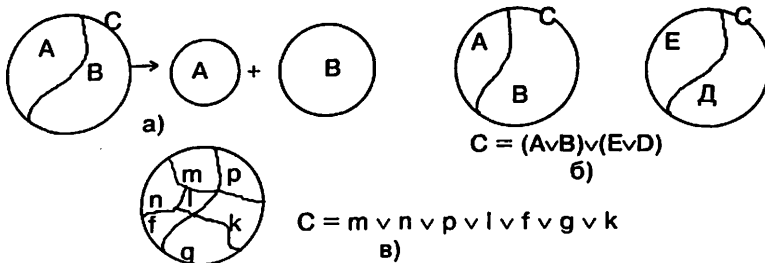


Рис.3. Моделювання технічних рішень у вигляді діаграм Вена:
а) поділення об'єкта на незалежні частини; б) виконання об'єкта розбірним, в) збільшення ступеня дроблення об'єкта

Логічна гра "Самоцвіт", що захищено авторським свідоцтвом [5], наочно розкриває зазначений прийом. "Самоцвіт" складається не лише з шести брусків, як в прототипі, але й кожний брусок дробиться на три частини (основа

- у вигляді октаедра та однакові кінцеві частини, що повертаються навколо осей октаедра).

Крім того, на кінцевих частинах можна нанести на грані різні кольори. Після складання головоломки в об'ємну фігуру треба її скласти так, щоб колір однієї грані відповідав кольорові сусідньої. Таким чином, ускладнюється не тільки алгоритм зборки логічної гри, але й підвищується її зацікавленість. Користуючись принципом дроблення АРВЗ, наочно знаходимо винахідницьку модель, на якій можна розглядати і конструкторські, і математичні, і технологічні, і винахідницькі питання.

Аналогічно розглядаються й інші принципи винахідництва АРВЗ, що досліджені у монографії "Основи технического творчества"[1].

Розгляд низки питань винахідництва, моделювання та основ техніки взагалі зумовлений зацікавленістю учнів логіко-математичними іграми. Так, логічну гру "Малютка" [6], яка є удосконаленим варіантом відомої гри "15" Семюела Лойда, можна демонструвати за допомогою діаграм Вена при розгляді принципів винахідництва: навпаки, економічності, об'єднання та інших. Алгоритм цієї гри підвищується шляхом введення перешкоди на ігровому полі корпусу, а також введенням додаткового ігрового поля із зворотнього боку з можливістю переходу ігрових елементів з одного ігрового поля до другого, додаткового. При цьому самі ігрові елементи також мають дві рівні й однакові частини з можливістю повороту однієї стосовно другої.

Для кращого засвоєння основ техніки та технічного мислення доцільно пропонувати прийом конструкторсько-логічних ігор на підставі діаграм Вена для пошуку об'єднаних ланок. Особливу увагу треба звернути на чітке обґрунтування й розкриття змісту кожного зв'язку між сусідніми елементами ланок. Цю вправу можна пропонувати і як гру. Перемагає той, хто запропонує найбільшу кількість чітко обґрунтованих варіантів розв'язання. Завдання на "пошук загального" розвиває логічне, математичне, технічне та винахідницьке мислення.

Доцільно, наприклад, взяти два довільні предмети, що на перший погляд не пов'язані між собою, і знайти якомога більше спільних ознак з наочним зображенням елементів множини у вигляді діаграм Вена.

Ці завдання доцільно пропонувати у вигляді гри: хто набрав більшу кількість балів, особливо за оригінальність нестандартних пропозицій, той перемагає.

Важливо, щоб учні навели якомога більше прикладів щодо принципу дроблення. Це може бути, наприклад, логічна розбірна гра з роздільними ігровими елементами, що збільшує й ускладнює алгоритм її розв'язування; або ж поділене на однотипні секції вантажне судно, що дає можливість робити його довшим або коротшим. Блочні секції дають можливість швидко та якісно

споруджувати будинок. Після розгляду прикладів і задач з цього принципу винахідництва слід запропонувати дітям певну задачу, або спробувати зробити винахід щодо однієї з проблем, чи винайти будь-що в якійсь галузі людської діяльності.

Аналогічно розглядаються інші принципи винахідництва.

Другий прийом означеного методу - зображення об'єкта у вигляді моделі, поділеної на три складові частини: функціональну, опорну, з'єднувальну, що дає можливість знаходити нові технічні рішення, винаходи. Шляхом удосконалення кожної складової частини будь-якого об'єкта досягаємо цієї мети.

Аналіз складових частин об'єкта дає можливість розглядати різні аспекти техніки:

- технічні (технологічні, конструкторські, винахідницькі);
- економічні;
- ергономічні;
- естетичні та інші.

Розглянуті конструкторсько-логічні ігри "Колесо в квадраті" [11], "Комбінаторика" [13], "Цікавий кристал" [32] та інші наочно ілюструють цей прийом. Змінюючи опорну частину, функціональність та спосіб з'єднувань ігрових елементів, одержимо різноманітні удосконалені ігри. Знання цього прийому дає можливість краще з'ясувати принципи АРВЗ дроблення, винесення, місцевої якості тощо. Для того, щоб конструювати та винаходити нові об'єкти (або систему), необхідно не тільки знати структуру об'єкта, але й можливість взаємної дії та з'єднання з іншими об'єктами (системами) [1].

Розглядаючи чотири види з'єднань об'єкту (або об'єктів): 1) опорами, 2) силами тертя, 3) дифузійну та 4) їх сполученням [1] можна також знаходити багато конструкторських і винахідницьких рішень в залежності від умови задачі.

Важливе значення для політехнічної підготовки учнів має ознайомлення їх з елементами функціонального аналізу, суть якого полягає у виявленні всіх функціональних технічних об'єктів, з'ясуванні питань про їхню раціоналізацію, зменшенні витрат на виготовлення окремих вузлів та об'єкта в цілому.

Згідно теорії винахідництва за Г.С.Альтшуллером, ідеальна технічна система - це та система, коли вона є і коли її нема. Прийти до неї можна, розв'язавши технічні суперечності.

Згідно з методикою, що використовує математичне моделювання (опис, формули) ідеальну технічну систему можна знайти і коротшим наочним шляхом. Так, наприклад, треба знайти рішення проблеми удосконалення валізки: "В деяких випадках обсяг валізки займає багато місця. Як зробити так, щоб обсяг валізки був мінімальним?"

Формулюємо ідеальну технічну систему: валізка є і валізки нема, тобто нема обсягу валізки. Для того, щоб знайти рішення цієї проблеми, розділимо валізку на три складові частини: функціональна (присутність обсягу), опорна (ручка, яка дає можливість вміст валізки переносити на якусь відстань), з'єднувальна частина (кріплення, що зв'язує ручку та обсяг). Оскільки обсяг треба зробити мінімальним, знизимо його до нуля. Залишаються опорна та з'єднувальна частини.

Таким чином, треба знайти конструкторсько-винахідницьке рішення, в якому валізка являє собою об'єкт з опорною та з'єднувальною частинами з властивостями обсягу. Вміст можна розташувати між пасами і ємність буде тоді мінімальною. В аналогічних випадках можна розв'язувати багато технічних винахідницьких задач з методикою, яку детально розглянуто.

Третій прийом розглянутого метода-прийом опису формули вихідного сигналу будь-якого технічного пристрою. При дослідженні автором встановлено, що методика, яку розглядаємо (формули, моделі та опис), безпосередньо впливає на винаходи різних технічних рішень. Математичні формули також впливають на розв'язання технічних проблем.

Так, згідно з класифікацією В.О.Шалевича будь-яка енергія пропорціональна здобутковій якісних та кількісних (геометричних) параметрів, тобто $Z = K \cdot X \cdot Y$, де K - коефіцієнт системи об'єкта, X - якісні параметри об'єкта, Y - геометричні параметри.

Знання загальної математичної моделі енергії та її параметрів дозволяє правильно підрахувати рахунок для будь-якого технічного пристрою, виявити його основні якісні та геометричні параметри.

Опишемо, приклад: простий технічний пристрій - ліхтарик. Вихідний сигнал $Z=K \cdot X \cdot Y$, де X -якісні характеристики ліхтарика (джерело живлення, матеріал, корпус), Y - габаритні розміри (довжина, ширина, висота ліхтарика), K -коефіцієнт перетворення струму на вихідний сигнал Z -світлове випромінювання.

Для знайдення нового технічного рішення змінимо один або кілька параметрів формули вихідного сигналу. При змінюванні, наприклад, геометричного параметру Y (довжини), прийдемо до нового рішення - телескопічного корпусу, який дає можливість змінювати довжину ліхтарика. Цей ліхтарик можна використовувати для освітлення в погано освітлюваних місцях; його можна використовувати і як вказівку. Якщо змінити параметр якості X , наприклад, джерело живлення, прийдемо до нової конструкції ліхтарика з джерелом живлення на сонячній батареї.

Научно ілюструють цей прийом з удосконаленням якісних чи геометричних параметрів такі логічні ігри, як "Логика узоров" [8], "Радуга" [9], "Комби-

наторика" [13] та інші. Крім того, цей прийом дає можливість розглянути будь-який пристрій. Однаковий математичний опис вихідного сигналу знижує інерцію мислення, визначає загальні риси, які потрібно удосконалити, щоб зробити винахід або раціоналізацію. Прийом розподілу об'єкта на складові частини допомагає краще з'ясувати АРВЗ (таблицю використання прийомів на усунення суперечностей в залежності від різноманітних параметрів). Таким чином, методика математичного опису функціональності об'єкту або системи відкриває шлях до його удосконалення, спонукає винахідливість.

На винаходи й оптимальні технічні рішення впливає четвертий прийом, що описує дванадцять ступенів свободи та їх обмежень.

Цей прийом ґрунтується на відомому законі механіки. Абсолютно вільне тіло має 12 ступенів свободи (12Ссв). Відповідно абсолютно невільне тіло має 12 ступенів обмежень (12Собм). Якщо стан звичайний, сума ступенів свободи та обмежень також дорівнює 12: $Ссв + Собм = 12$ [1]. 12 ступенів свободи та їх обмежень дають можливість правильно моделювати та конструювати об'єкт (технічний пристрій або технічну систему). Якщо уявити об'єкт в трьохмірній системі координат з осями X, Y, Z , то вільний об'єкт має шість ступенів свободи: поступовий рух уздовж кожної з осей координат та три обертання навколо цих же осей в різних напрямках.

Змінюючи різні частини об'єкта, можна прийти до різних винаходів, якщо збільшити або, навпаки, зменшити ступінь свободи. Якщо, наприклад, збільшити ступінь свободи з'єднувальної частини стільця, можна одержати стілець з можливістю його регулювання для різного віку людини [1].

Логіко-математичні ігри дають можливість наочно розглянути винахідливі рішення, тобто знайдення нових удосконалених ігор.

Так, конструкторсько-логічна гра НЛО [28] дає уявлення як, змінюючи ступінь свободи ігрових елементів, знайти нове рішення.

В прототипі відомої гри "15" (Лойда) та ігри "Малютка" [6] (Вайнтрауба) ігрові елементи рухаються уздовж площі корпусу. Якщо замінити ступінь свободи ігрових елементів - дати їм можливість рухатися перпендикулярно до площі корпусу, тобто замінити поступовий рух на рух обертання, виникає цікаве рішення нової конструкторсько-логічної гри [28] з достатньо ускладненим алгоритмом логіки.

Ця логічна гра виготовлена на виробництві НТО "Аналітприлад" і зайняла призове місце на місцевому конкурсі винахідників місцевого правління (м.Київ) у 1986 р. Аналогічно розглядаються логіко-конструкторські ігри "Самоцвіт", "Карусель" та інші, де поступова зміна ступенів свободи (обмежень) приводять до удосконаленої гри з елементами винаходу та раціоналізації. Більша кількість розглянутих конструкторсько-логічних ігор, таким чином, дає

можливість демонструвати всі описані методичні прийоми. Прийом 12 ступенів та їх обмежень дозволяє також краще з'ясувати такі принципи АРВЗ, як "навпаки", "сфероїдальності", "динамічності", "перехід в інше вимірювання" тощо. Тому описані методичні прийоми бажано розглядати до опису відомих принципів АРВЗ. Розроблені зміст програми, методика, монографія [1-4] пройшли експериментальну апробацію в Києво-Печерському математичному ліцеї №171 "Лідер», у політехнічному ліцеї ТЛ НТУУ "КПІ», ліцеї №142 "Політехнічна школа" й дістали позитивну оцінку.

Підтвердженням їхньої ефективності є результати контрольних зрізів для визначення приросту рівня загальнотехнічних та математичних знань і вмінь учнів. Так, у кількох ліцеях, де учні 7^х класів навчалися за експериментальними програмами, упродовж двох років, зареєстровано високий рівень технічного творчого мислення в учнів - порівняно з учнями контрольних класів. Він вищий майже на 26,7 %; низький рівень був нижчий від контрольних класів на 20 %.

Досвід роботи у ліцеях показав ефективність так званої модульно-рейтингової системи підсумкової оцінки знань учнів. Суть її полягає в тому, що для вивчення теми учні мають здати окремі підрозділи (модулі), які визначені у балах. Отож, при оцінці засвоєння учнями програми курсу учителям доцільно опрацювати "творчий паспорт" учня [4], с. 54, 55. Він дає змогу фіксувати фактичні знання та рівень розвитку технічних творчих якостей особистості, творчого мислення та навчально-пізнавальної активності.

У паспорті фіксується характер навчальних завдань, які поділяються на нетворчі, що виконуються без відхилень від раніше відомого зразка, і творчі, що вимагають оригінального, нестандартного розв'язання. Велике значення у розвитку творчих здібностей, як бачимо з паспорта, має розв'язання нестандартних завдань різними способами. При цьому учням треба вибрати з кількох способів найбільш раціональний, оригінальний. У пошуках різних способів, особливо нестандартних, формується пізнавальний інтерес, розвиваються творчі здібності, винахідливість, кмітливість, відпрацьовуються дослідницькі навички.

Важливо підібрати такі завдання, в яких шаблонний спосіб вирішення не дає легкого результату, а нестандартний приводить до розв'язування завдання швидше, з витонченістю і красою.

Результати досліджень

Процес дослідження розвитку технічного мислення учнів почався із застосування теорії Г. С. Альтшуллера (АРВЗ). Проте досить швидко з'ясувалось, що вона є недоступною для значної частини учнів ($\approx 60\%$).

Як показав аналіз, головними причинами недоступності були надмірна абстрактність завдань та надто складна термінологія, що застосовувалась у

процесі навчання. Такий висновок сприяв розробці завдань, які б були адекватні віковим можливостям ліцеїстів. На основі системи оригінальних завдань, біля сорока яких було захищено авторськими свідоцтвами та патентами України, побудовано зміст навчального предмету "Основи винахідництва та математичного моделювання в техніці". Перевірка доступності завдань показала, що вони в основному доступні учням. Порівняння результатів навчання у контрольних класах, де експериментальний предмет не вивчався, з експериментальними класами засвідчило про те, що виконання завдань дозволило підвищити рівень технічного мислення ліцеїстів експериментальних класів. Рівень технічного мислення було визначено, виходячи з загально визнаних психологічних досліджень, у яких доведено, що доцільно розрізняти чотири рівні: високий (в), середній (с), низький (н), та нульовий (о).

Але визначення рівнів на базі конкретного навчального матеріала вимагало розробки критеріїв (показників). Вони були визначені і наводяться нижче:

В. Показники високого рівня технічного мислення учнів.

1. Розв'язання нестандартних задач нестандартним способом.
2. Самостійність у виборі моделі та її виготовлення.
3. Знаходження використання технічних рішень в галузях, що мають мало спільного.
4. Розробка моделі згідно схеми, креслення та конструкторського втілення, без помилок.
5. Вміння підготувати реферат на самостійно обрану тему, знайти та систематизувати матеріал, виступити на конференції.
6. Розробка та виготовлення нетривіальної моделі.

С. Показники середнього рівня технічного мислення учнів.

1. Розв'язання нестандартних задач типовим способом.
2. Робота над моделлю під керівництвом вчителя та загальна допомога при розробці її виготовлення.
3. Вміння знайти використання технічних рішень в кількох схожих галузях.
4. Невелика кількість помилок при конструюванні, виготовленні моделі та розробці креслень.
5. Вміння підготувати реферат за допомогою вчителя з використанням пропонованої літератури.
6. Розробка моделі з розглядом різних варіантів та виготовлення оптимального варіанту.

Н. Показники низького рівня технічного мислення учнів.

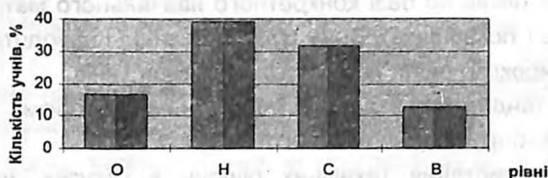
1. Розв'язання типових задач.
2. Розробка моделі під керівництвом вчителя повністю, включно подробиці її виготовлення.



3. Неможливість знайти використання технічних рішень в різних областях.
4. Велика кількість помилок при конструюванні, виготовленні моделі та розробці креслень.
5. Виконання реферату за допомогою вчителя з використанням пропонованої літератури, слабка проробка матеріалу.
6. Розробка типової моделі.

О. Показники нульового рівня технічного мислення

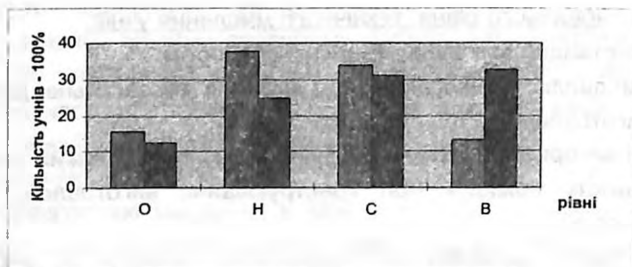
Відсутність теоретичних знань, не вміння розв'язувати задачі, виконати реферат, виготовити типову модель.



На рис. 4 (а.б.) наводяться дані про вихідні рівні технічного мислення (ТМ) ліцеїстів у експериментальних та контрольних класах до початку і після експерименту.



-  - перед початком експерименту
-  - після завершення експерименту

а) в контрольних класах



-  - перевірені перед початком експерименту
-  - досягнуті після завершення навчання

б) в експериментальних класах

Рис. 4 . Рівні ТМ ліцеїстів.

Як видно з діаграм, в контрольних класах до початку і після експерименту рівні технічного мислення приблизно однакові, в експериментальних - після експерименту підвищився високий рівень ТМ, а низький та нульовий зменшились.

Якісний аналіз результатів діяльності учнів показав, що зміст навчального матеріалу вимагає деякого коригування :

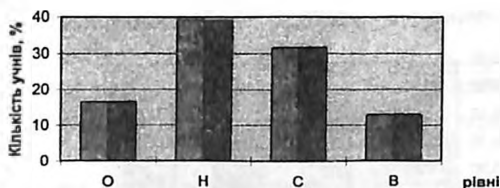
- при вивченні тем другого, третього, п'ятого , шостого та сьомого розділів спостерігається достатньо великий відсоток низького та нульового рівнів. Це пояснюється складним специфічним матеріалом, що насичений інформацією та специфічними поняттями, незнанням техніки та моделювання, основ винахідництва, його принципів;

- при вивченні тем першого і шостого розділів ніяких утруднень у ліцеїстів в експериментальних класах не спостерігалось ;

- четвертий та восьмий розділи ("комплекс інтелектуальних ігор " і " методи винахідництва") більша кількість ліцеїстів засвоїли на високому, продуктивному рівнях.

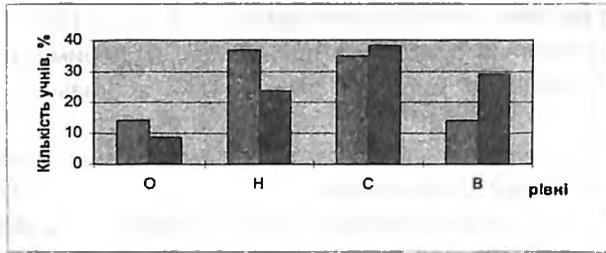
Спрощення термінології, забезпечення більшої наочності, наповнення завдань конкретним технічним матеріалом дозволило зробити учбовий процес більш доступним.

Коригування було здійснено і, як показав повторний експеримент, виявилось вдалим (рис. 5 а, б).



-  - перед початком експерименту
-  - після завершення експерименту

а) в контрольних класах



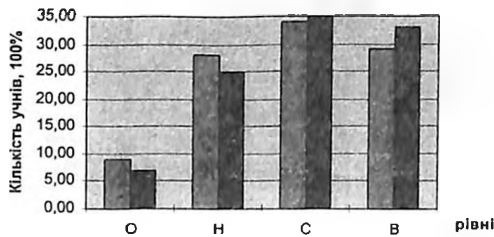
- до початку експерименту
- після завершення навчання

б) в експериментальних класах

Рис. 5 Досягнуті рівні ТМ при повторному експерименті.

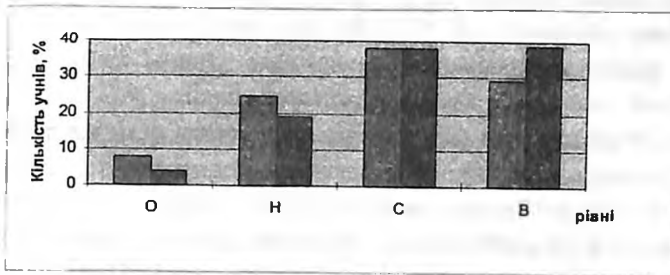
Після визначення змісту навчального матеріалу почався другий етап дослідження : розробка методики навчання. Як зазначалось, теорія Г.С. Альтшуллера була доповнена двома методами, що включають ряд прийомів.

Ефективність нововведень перевірялась експериментально, після чого порівнювались рівні технічного мислення учнів експериментальних та контрольних класів (в яких навчання здійснювалось без застосування пропонованої методики). Результати навчання експериментальних та контрольних класів ліцеїв "Лідер" (Києво - Печерський ліцей № 171), № 142 ("Політехнічна школа ") та ТЛ НТУУ " КПІ" наводяться на рис. 6.



- до початку експерименту
- після завершення навчання

а) в контрольних класах



- до початку експерименту
- після завершення експерименту

б) в експериментальних класах

Рис. 6 Досягнуті рівні ТМ ліцеїстів

Як видно, згідно нової методики після завершення експерименту високий та середній рівні значно підвищувались в порівнянні з контрольними класами; низький та нульовий, навпаки, значно знизились.

Таким чином, гіпотеза дослідження підтвердилась, а завдання дослідження - розв'язані.

ВИСНОВКИ

В опублікованих роботах автора наведено результати дослідження ефективності методики розвитку технічного мислення.

За результатами виконаної роботи в ліцях з технічним та математичним нахилом висновки зводяться ось до чого:

1. З метою формування вмінь та навичок в галузі науково-технічної діяльності обгрунтовано та підтверджено доцільність навчання ліцеїстів основам технічного мислення.
2. Розроблено методику технічного мислення на основі конструкторсько-логічних головоломок, ігор та математичних моделей.
3. Доведено результати експерименту:

- в експериментальних класах при проходженні спеціалізованого курсу "Основи винахідництва та математичного моделювання в техніці" в порівнянні з контрольними класами, де цей курс не запровадився, кількість учнів, що досягли високий рівень технічного мислення приблизно в 3.1 раза більше (на 26,7 %), середній в 1,2 раза більше (на 7,8 %), ніж в контрольних, низький рівень - навпаки, в 2 раза менший, нульовий - в 1,9 раз менший, ніж в контрольних класах;

- в експериментальних класах, в яких впроваджувалась нова методика з відповідними методами та прийомами, що доповнюють теорію Г.С. Альтшуль-

лера (АРВЗ), кількість учнів, що досягли високий рівень технічного мислення на 6 % більше, середній - на 3 % більше, ніж в контрольних класах (де ця методика не використовувалась); низький же рівень, навпаки, менший на 6 %, нульовий - на 3 %, ніж в контрольних класах.

Про високі результати експерименту свідчать такі констатовані факти: один з учнів сьомого класу Михайло Ключко має авторське свідоцтво та патент України на логічну гру "Єдність двох сторін". Шість учнів: Сергій Новотарський, Михайло Барабаш, Андрій Шевчук, Ярослав Душек, Андрій Юристовський, Олександр Назарчук стали призерами техніко-технологічної секції на кращі науково-практичні роботи.

4. Методичні засоби розвитку технічного мислення розкриті в монографії "Основы технического творчества" та інших публікаціях автора.

5. Подальшої наукової розробки потребують пошуки інших нетрадиційних методів навчання основам технічного мислення, а також творчого мислення взагалі не тільки в ліцеях, а і в школах, гімназіях та інших загальноосвітніх закладах різних напрямків.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ З ТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ (витяг із загального списку робіт автора)

1. Монографія

1. Основи технического творчества: Навчальний посібник для учнів середніх та старших класів загальноосвітніх закладів технічного та математичного напрямків.-Київ:1996.-260с. Рос.мовою.

2. П Р О Г Р А М И

2. Пробна програма спецкурсу: "Основи винахідництва та математичного моделювання в техніці".-Київ: ІСДО 1995,-12с.-Укр.мовою. Автором написані с.1-9,11-12.
3. Основи винахідництва та математичного моделювання в техніці: Збірник програм розвитку творчого мислення учнів загальноосвітніх шкіл, ліцеїв і гімназій Київ: ІСДО 1995.-92с.-Укр.мовою. Автором написані с.68-75. 31

Методичні рекомендації

4. Основи винахідництва та математичного моделювання в техніці: Збірник програм розвитку творчого мислення учнів загальноосвітніх шкіл, ліцеїв і гімназій-Київ: ІСДО, 1995.-92с.-Укр.мовою. Автором написані с.75-89.
5. А.с.1347959 СССР, МКИ⁵ А63F 9/08. Логическая игра "Самоцвет".
6. А.с.1676647 СССР, МКИ⁵ А63F 9/06. Логическая игра "Малютка".
7. А.с.1678404 СССР, МКИ⁵ А63F 9/08. Логическая игра "Конгломерат".
8. А.с.1713607 СССР, МКИ⁵ А63F 9/06. Логическая игра "Логика узоров".
9. А.с.1719000 СССР, МКИ⁵ А63F 9/08. Логическая игра "Радуга".

10. А.с.1755841 СССР, МКИ⁵ А63F 9/06. Логическая игра "Магический квадрат".
11. А.с.1755842 СССР, МКИ⁵ А63F 9/06. Логическая игра "Колесо в квадрате".
12. А.с.1755843 СССР, МКИ⁵ А63F 9/08. Логическая игра "Занимательные кольца".
13. А.с.1755846 СССР, МКИ⁵ А63F 9/08. Логическая игра "Комбинаторика".
14. А.с.1761168 СССР, МКИ⁵ А63F 9/08. Логическая игра "Квадратура круга".
15. Пат.1201 Україна, МКИ⁵ А47I 37/04. Електрогріль.
16. Пат.1222 Україна, МКИ⁵ А63F 9/08. Логічна гра "Алгоритм логіки".
17. Пат.1223 Україна, МКИ⁵ А63F 9/08. Головоломка "Карусель".
18. Пат.1224 Україна, МКИ⁵ А63F9/08.Об'ємна логічна гра "Конструктор".
19. Пат.1225 Україна, МКИ⁵ А63F 9/06. Логічна гра "Магічний круг".
20. Пат.1226 Україна, МКИ⁵ А63F 9/06. Головоломка "Спутник".
21. Пат.1227 Україна, МКИ⁵ А63F 9/08. Логічна гра "Система пошуку".
22. Пат.1228 Україна, МКИ⁵ А63F 9/08. Логічна гра "Союз".
23. Пат.1229 Україна, МКИ⁵ А63F 9/08. Головоломка "Логіка".
24. Пат.1230 Україна, МКИ⁵ G01N 27/02. Спосіб визначення газової суміші.
25. Пат.1242 Україна, МКИ⁵ А63F 9/08. Об'ємна логічна гра "Сфера".
26. Пат.1243 Україна, МКИ⁵ А63F 9/06. Логічна гра "Перекооти-поле".
27. Пат.1244 Україна, МКИ⁵ А63F 9/06. Гра-головоломка.
28. Пат.1245 Україна, МКИ⁵ А63F 9/08. Логічна гра "НЛО".
29. Пат.1246 Україна, МКИ⁵ А63F 9/06. Логічна гра "Серпантин Марика".
30. Пат.1247 Україна, МКИ⁵ А63F 9/06. Логічна гра "Єдність двох сторін".
31. Пат.1248 Україна, МКИ⁵ А63F 9/06. Логічна гра "Калейдоскоп".
32. Пат.1249 Україна, МКИ⁵ А63F 9/08. Логічна гра "Цікавий кристал".
33. Пат.1250 Україна, МКИ⁵ А63F 9/06. Логічна гра "Магічний циліндр".
34. Пат.1251 Україна, МКИ⁵ А63F 9/06. Логічна гра "Зачарований квадрат".
35. Пат.1252 Україна, МКИ⁵ А63F 9/08. Логічна гра "Союз в єдності".
36. Пат.1291 Україна, МКИ⁵ А63F 9/08. Логічна гра .
37. Пат.1350 Україна, МКИ⁵ А63F 9/06. Логічна гра "Колесо в квадраті".
38. Заявка 5024155 Российская Федерация, МКИ⁵ G 9B 1/00. Обучающее устройство.

А Н О Т А Ц І Я

Вайнтрауб М.А. "Методика розвитку технічного мислення учнів ліцею".
 Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук із спеціальності 13.00.02 - теорія та методика трудового навчання, Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова, Київ, 1998.

В роботі досліджується проблема розвитку технічного мислення учнів ліцеїв з технічними та математичними напрямками.

Автором розроблено програму оригінального учбового предмету "Основи винахідництва та математичного моделювання в техніці", розкрито його зміст (монографія "Основы технического творчества") та пропонувано методику навчання.

Всі рекомендації пройшли експериментальну перевірку, яка показала, що досягається висока ефективність учбового процесу.

Ключові слова: принцип, винахідництво, методика, математичне моделювання, технічне творче мислення.

А Н Н О Т А Ц И Я

Вайнтрауб М.А. "Методика развития технического мышления учеников лицея".

Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук по специальности 13.00.02 - теория и методика трудового обучения Национальный педагогический университет имени М.П.Драгоманова, Киев, 1998.

В работе исследуется проблема развития технического мышления учеников лицеев с техническим и математическим уклоном.

Автором разработана программа оригинального учебного предмета "Основы изобретательства и математического моделирования в технике", раскрыто его содержание (монография "Основы технического творчества") и предложена методика обучения.

Все рекомендации прошли экспериментальную проверку, которая показала, что достигается достаточно высокая эффективность учебного процесса.

Ключевые слова: принцип, изобретательство, методика, математическое моделирование, техническое творческое мышление учеников

S U M M A R Y

Vaintraub M.A." Methodic of development of technical creativity of the schoolpupils".

Dissertation to the evidence of scientific degree of candidate of pedagogical sciences by specialiti 13.00.02- theory and methodic instruction, University APS by Dragomanov, Kyiv, 1997. The problem of the development of shooipupils technic thinking with technical and mathematical bias in this work was rearched. Author was elaborated the program of original teaching subject "The Bases of inventing and mathematical modelling in engineering". Besides author was described the maintenance this subject in monograph "The bases of technical creativity" and proposed the instructyion method.

All recommendations was confirmed by experimental control. This control showed the high effectivity of the studing process.

Keywords: principle, inventing, methodic, mathematical modelling.



Підписано до друку 12.05.98 р. Формат 60 x 90/16. Ум. друк.арк. 1,16.
Обл.-вид. арк. 1,0. Наклад 100. Зам. 81151

Надруковано на фірмі "ВПОЛ". 252151, Київ-51, вул. Волинська, 60.