

**Педагогічні технології та педагогічно-орієнтовані програмні системи:  
предметно-орієнтований підхід.**

**О.В. Співаковський, М.С. Львов, Г.М. Кравцов, В.А. Крекнін,  
Т.В. Зайцева, Н.А. Кушнір, С.М. Кот**

**Анотація**

В роботі обговорюється предметно (проблемно) -орієнтований підхід до побудови інформаційних систем підтримки навчального процесу та педагогічні технології, основані на використанні цих систем. Цей підхід ми застосовуємо, зокрема, до реалізації програмно-методичного середовища “Системи лінійних рівнянь” та програмно-методичного комплексу “Відеоінтерпретатор алгоритмів пошуку та сортування”.

Загальні концепції та принципи цього підходу можуть бути використаними також при проектуванні педагогічно-орієнтованих систем для широкого кола навчальних дисциплін середньої та вищої школи.

**Вступ**

Сучасний етап розвитку педагогічних технологій обумовлений багатьма причинами, серед яких ми виділяємо дві, на наш погляд, основні:

- швидке зростання суми знань, потрібних сучасній людині;
- широке розповсюдження професійно-орієнтованих інформаційних систем та наявність глобальної інформаційно-комунікаційної мережі, яка зробила революцію в інформаційних технологіях.

Ці фактори зумовлюють фундаментальні зміни в педагогічних технологіях:

- широке застосування інформаційних технологій, орієнтованих не лише на аудиторну роботу – роботу вчителя з класом, а й на самостійну роботу учня як у класі, так і за його межами;
- широке застосування дистанційних форм навчання.

Класно-урочна форма навчання набула якісно нових рис та доповнилася сучасними формами дистанційного навчання, які надалі гратимуть все більшу роль.

Таким чином, сьогодні є необхідність в осмисленні тих змін, які відбуваються в педагогічних технологіях та, відповідно до цього, загальних схем застосування інформаційних технологій в навчальному процесі.

Далі ми звернемо увагу на ті навчальні дисципліни, у вивченні яких велику роль грають практичні аспекти, тобто набуття практичних вмінь та навичок. Це, наприклад, математика, інформатика, природничі дисципліни.

**Навчальні системи й системи підтримки учбової діяльності**

Багато які традиційні комп'ютерні курси математики, фізики та інших дисциплін базуються на ідеях програмованого навчання, хоча й використовують усі апаратні та програмні можливості сучасної обчислювальної техніки та нові методи подання знань. Найбільш розвинутою та досконалою як з методичної, так і з технічної точки зору при цьому виявляється лекційна частина курсу. Як правило, учбовий матеріал лекційної частини дисципліни супроводжується системами контрольних питань і тестових завдань. Так комп'ютерна система забезпечує контроль знань.

Однак, як відомо усім педагогам, учбовий план дисципліни включає ще й практичну частину – цикли практичних занять і лабораторних робіт. Формування практичних вмінь та навичок досягається саме тут, і ця частина учбового плану в багатьох дисциплінах (математика, фізика, інформатика, ...) є центральною. Іншими словами, учень знає математику, якщо він вміє вирішувати математичні задачі. Проблема адекватної комп'ютерної підтримки практичних занять менше розроблена і уявляється нам актуальною.

Відзначимо принципову відмінність, яку ми бачимо не стільки в термінології, скільки в суті *процесу взаємодії системи і учня, між навчальними системами (НС) і педагогічно-орієнтованими системами підтримки практичної діяльності. (ПОСП)*

ПО системи, які ми називаємо навчальними, в цьому процесі грають активну роль. Вони «ведуть» процес навчання, визначаючи послідовність тем для навчання і темп навчання, задаючи контрольні запитання і здійснюючи тестування.

*ПОСП* у взаємодії з учнями пасивні. Їх основна функція – виконання дій відповідно командам учня. Тут діалог веде людина. Точно таку ж роль грають практично усі інформаційні системи – від програм пакету MS Office до професійних інформаційних систем.

Професійні системи широко використовуються в учбовому процесі. Програми пакету MS Office – предмет навчання практично усіх курсів прикладних інформаційних технологій. Система програмування Borland Pascal використовується для вивчення основ алгоритмізації та програмування. Відомі випадки використання MathCad та інших математичних пакетів при вивченні математики. Цей список можна продовжити. Ми вважаємо, однак, що професійні інформаційні системи не вирішують основних задач підтримки процесу навчання.

### **Особливості використання педагогічно-орієнтованих систем підтримки практичної діяльності**

Розглянемо принципові особливості використання систем підтримки практичної діяльності на прикладі математики. Відомі математичні пакети (системи комп'ютерної

алгебри) – *Axiom, Mathematica, Maple, MathCad, Derive* та ін., в значній мірі вирішують задачу підтримки *професійної математичної діяльності*, пов'язаної з символьними обчисленнями і чисельними розрахунками. Друга група професійних програмних систем – системи автоматичного доказу теорем забезпечують підтримку важливого аспекту математичної діяльності – логічного виводу. Основна мета професіоналу, який використовує ці системи – отримання рішення задачі (знайдення відповіді).

Однак навчальна практична діяльність має певну специфіку. Зокрема, *метою учня є побудова ходу розв'язання математичної задачі, а не лише отримання відповіді*. Вчитель оцінює саме це. Тому педагогічно орієнтовані математичні системи повинні підтримувати саме процес розв'язання математичної задачі. Є і інші відмінності, про які мова буде йти нижче.

Відомі в країні ПОСП математичної діяльності *Гран [5,6], Динамічна геометрія[7]* орієнтовані на такий спосіб використання. Зазначимо, що ці навчальні програми орієнтовані на математичні задачі, які мають графічну інтерпретацію. В той же час існує широкий клас математичних задач, в яких основними методами розв'язання є алгебраїчні (символьні) перетворення.

### **Достоїнства, роль і місце НС і ПОСП в навчальному процесі.**

Безперечними достоїнствами навчаючих систем є повнота, методична досконалість та використання сучасних інформаційних технологій в поданні знань. Ще одна особливість – це можливість їх використання для самостійного оволодіння навчальним матеріалом. Недарма навчаючі системи складають ядро систем дистанційного навчання. Технології, які використовують при побудові навчаючих систем, по суті є універсальними. Тому, навчаючі системи, як правило, будують як заповнення універсальних оболонок.

Достоїнства систем ПОСП полягають в наданні можливостей учню вести активну практичну діяльність, яка має риси пізнавальної, дослідницької, використовувати найсучасніші інформаційні технології як інструмент творчого процесу пізнання. Зауважимо також, що *невід'ємною рисою системи підтримки практичної діяльності є її проблемна або предметна орієнтованість*. На відмінність від навчаючих систем, на даному етапі розвитку інформаційних технологій ще зарано говорити про можливість практичної реалізації універсальних систем підтримки пізнавальної практичної діяльності. Згадаємо про фактичну невдачу проектів побудов універсальних інтелектуальних комп'ютерних систем (ЕОМ 5-го покоління).

Таким чином, навчаючі системи доцільно використовувати в лекційній та контролюючій частині навчального курсу, ПО системи підтримки – в лабораторно-

практичній частині, для позакласної роботи дослідницького характеру. Отже, доцільно орієнтуватися на системи, які органічно поєднують достоїнства обох типів систем.

*Далі ми обґрунтовуємо наступні основні тези:*

- *Педагогічно-орієнтована інформаційна технологія повинна вирішувати задачі подання теоретичного матеріалу, формування практичних вмінь та навичок та контролю засвоєння теоретичних знань, практичних вмінь та навичок.*
- *ПО системи підтримки навчальної практичної діяльності мають предметну або проблемну орієнтацію, але ґрунтуються на загальних концепціях, принципах та схемах розробки.*

### **Сучасні технології навчання. Концепція системи дистанційної освіти.**

Національною доктриною розвитку освіти в Україні у XXI столітті, прийнятою на З'їзді освітян 8-9 вересня 2001 року у Києві, визначено: пріоритетом розвитку освіти є впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, що забезпечують подальше вдосконалення навчально-виховного процесу, доступність та ефективність освіти, підготовку молодого покоління до життєдіяльності в інформаційному суспільстві. В документі зокрема відзначено, що це досягається:

- впровадженням дистанційного навчання із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій поряд із традиційними засобами навчання в навчальному процесі і бібліотечній справі;
- побудови індивідуальних модульних навчальних програм різних рівнів складності, залежно від конкретних потреб, випуску електронних підручників.

Дистанційна освіта (ДО) - це форма навчання, рівноцінна з очною, вечірньою, заочною та екстернатом, що реалізується, в основному, за технологіями дистанційного навчання. Технології дистанційного навчання складаються з педагогічних та інформаційних технологій дистанційного навчання.

Педагогічні технології дистанційного навчання - це технології опосередкованого активного спілкування викладачів з учнями і студентами з використанням телекомунікаційного зв'язку та методології індивідуальної роботи студентів з структурованим навчальним матеріалом, представленим у електронному вигляді.

Інформаційні технології дистанційного навчання - це технології створення, передачі і збереження навчальних матеріалів, організації і супроводу навчального процесу дистанційного навчання за допомогою телекомунікаційного зв'язку [14].

**Актуальність.** Розвиток системи ДО має конкретне економічне обґрунтування. Сьогодні в системі вищої школи, як і в системі середньої освіти, обсяг аудиторного

навантаження учня складає 32-36 годин на тиждень. Відомо, що в розвинених країнах Заходу цей обсяг складає 16-22 години на тиждень. Тенденція скорочення обсягу аудиторного навантаження до 22-24 годин на тиждень намічається і в навчальних закладах України. Подібне скорочення потребує якісної компенсації аудиторного навантаження за рахунок інших форм навчання, в першу чергу – самостійної роботи учнів. Однією з форм подібної самостійної роботи, є використання нових інформаційних технологій в учбовому процесі, зокрема технологій дистанційного навчання. Отже, одним із шляхів рішення вище описаної проблеми є впровадження дистанційних технологій в якості елементів учбового процесу з метою підвищення економічної ефективності навчання.

**Стандарти.** У всьому світі ведеться робота зі стандартизації навчальних технологій. Сучасна система дистанційного навчання повинна задовольнити наступним організаційно-технічним потребам. Вона повинна підтримувати роботу програмного забезпечення в будь-якій мережі, на будь-якій платформі, мати Internet-сумісний інтерфейс і зберігати дані у стандартизованому форматі збереження учбової інформації. Серед цих вимог важливе місце займає опрацювання єдиного стандарту (формату) збереження навчаючих інформаційних ресурсів. В теперішній час прийнятий стандарт, розроблений організацією IMS Global Learning Consortium, Inc. (IMS). Стандарт IMS містить відкриті специфікації підтримки діяльності в рамках розподіленого навчання, такі як розміщення та використання освітніх матеріалів, спостереження за прогресом учня, складання звітів про успішність учня та обмін записами про учнів між адміністративними системами.

**Технологічні вимоги** до освітнього програмного забезпечення (ОПЗ) зводяться до вимог інтеграції, тобто до створення програмного середовища, яке забезпечує взаємопов'язане й узгоджене рішення різномірних задач процесу навчання:

- обробка і зберігання інформації в різних формах надання, її оперативне оновлення;
- доступ до інформації користувачам;
- авторизований доступ до інформації та реалізація багаторівневої системи інформаційної безпеки;
- адміністрування системи;
- ефективне і швидке створення інформаційних ресурсів користувачами.

При цьому ОПО задовольняє основним вимогам організації дистанційного навчання в мережі Internet, а саме:

- забезпечення доступу до учбових матеріалів за допомогою мережі Internet;
- розповсюдження (пересилання) учбового матеріалу;
- проведення тестування;
- надання персоніфікованих інтерактивних навчальних курсів;

- забезпечення групової роботи у мережі;
- накопичення в базі даних системи учбових інформаційних ресурсів (підручників, курсів, тестів і т. ін.) в форматі IMS, їх імпорт і експорт;
- інформування користувачів про хід і результати учбового процесу;
- організація дистанційного навчання згідно учбовим планам;
- створення структури віртуального учбового закладу (підрозділи, відділи, співробітники).

Іншим важливим питання є формат збереження внутрішніх даних інформаційних ресурсів. В системі ДН використовується збереження даних в форматі XML, що дає наступні переваги:

- можливості структурування: XML-документи являють собою контейнери, в яких можуть знаходитися інші документи з довільною ієрархією;
- можливості перевірки: будь-який XML-документ може містити опис своєї граматики, яка вивчається спеціальним додатком-аналізатором;
- переносність: формат XML може слугувати міжплатформеним форматом обміну даними, що робить систему сумісною на синтаксичному рівні;
- різні види відображення даних: після передачі даних на машину користувача XML дозволяє відобразити данні різними способами.

### **Концепція учбової практичної діяльності**

#### **Концепція практичної діяльності учня [1]**

Практична діяльність учня полягає в:

- Побудуванні об'єктів предметної діяльності, визначених конкретною задачею;
- Розпізнаванні властивостей цих об'єктів та оцінюванні ситуації, яка виникла в ході розв'язання цієї задачі;
- Прийнятті розв'язання і перетвореннях об'єктів, спрямованих на розв'язання задачі.

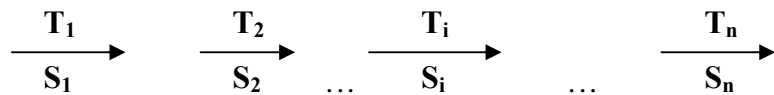
Підкреслимо ще раз, що практична діяльність здійснюється в рамках відповідної *предметної галузі*, яка описується, як правило, конструктивно та (або) аксиоматично. Це означає, що:

- об'єкти визначені в предметній галузі у вигляді абстракцій реальних сутностей (конструкцій);
- властивості об'єктів описані аксиоматично, тобто у вигляді правил взаємодії з іншими об'єктами;
- перетворення об'єктів визначені у вигляді списку припустимих (елементарних) перетворень.

Наприклад, *практична математична діяльність* спрямована на розв'язання математичної задачі як основної семантичної одиниці діяльності. Хід рішення задачі являє собою послідовність кроків, на кожному з яких користувач:

- розпізнає деяку властивість математичного об'єкту, визначеного в задачі, яка розв'язується;
- перетворює цей об'єкт.

Таким чином, процес розв'язання задачі – послідовність виду



де  $S_i$  – математичні об'єкти, а  $T_i$  – їх елементарні перетворення.

У ППЗ «Системи лінійних рівнянь», яка описується нижче, основними математичними об'єктами є лінійні рівняння і системи лінійних рівнянь. Відповідна предметна галузь – лінійна алгебра.

Математична діяльність в рамках предметної галузі, що вивчається спирається на використання засобів і методів рішення задач з інших (більш елементарних, вивчених, засвоєних раніше) предметних галузей. Так, розв'язуючи систему лінійних рівнянь з раціональними коефіцієнтами, учень використовує правила арифметичних дій з дробами, правила еквівалентних перетворень алгебраїчних виразів і т. ін.

**Практична діяльність учня – програміста** полягає в написанні програми, тобто побудуванні об'єкту Алгоритм (програма). Ця діяльність має свою специфіку.

Основним об'єктом даної предметної галузі – розділу Основи алгоритмізації та програмування є *алгоритм (програма)*. Основні властивості цього об'єкту – синтаксична і семантична правильність, ефективність у часі та пам'яті.

Алгоритм (програма) виступає перед учнем у вигляді складної конструкції, складеної з інших, більш простих об'єктів – описів даних, команд, допоміжних алгоритмів.

Специфіка даної предметної галузі полягає в тому, що алгоритми визначають перетворення інших об'єктів – даних, причому послідовність цих перетворень учень повинен планувати, уявляючи собі їх виконання у часі і просторі – просторі пам'яті. Перетворюючи основний об'єкт – алгоритм, учень міняє хід виконання алгоритму. Таким чином, учень, з одного боку, має справу зі статичним об'єктом – текстом алгоритму, а з іншої – повинен уявляти собі і планувати його динамічні властивості.

Якщо при розв'язанні математичної задачі учень може розраховувати тільки на себе, при програмуванні він використовує ту або іншу систему програмування, яка здійснює посильну допомогу, надаючи йому засоби синтаксичного контролю, налагодження і т. ін.

Ця діяльність має багато спільного з проектуванням або науковою експериментальною роботою, спрямованою на побудування технічної системи (установки) та експериментального дослідження її якостей.

### **Роль вчителя**

Вчитель, використовуючи ПО систему підтримки практичної діяльності, грає центральну роль у навчальному процесі. Він здійснює планування навчальної роботи учнів, контролює її хід і оцінює роботу учнів. На перший погляд, для вчителя нічого не змінилося. Але це тільки на перший погляд. Насправді ж основною особливістю використання ПО систем підтримки практичної діяльності є звільнення вчителя від багатьох рутинних дій й надання його роботі більш творчого, направляючого характеру.

### **Концепція педагогічно-орієнтованих систем підтримки практичної діяльності**

#### **Концепція підтримки діяльності учня**

Один з найважливіших аспектів такої підтримки – *перевірка правильності ходу розв'язання практичної задачі*. Зокрема, розв'язуючи алгебраїчну задачу, учень перетворює математичні вирази. Будь-яка помилка, допущена в перетвореннях, приводить у кращому випадку до невірної відповіді. Цей факт виявляється учнем занадто пізно – або при порівнянні з відповіддю, або при одержанні низької оцінки за контрольну роботу. Уникнути цього можна, якщо доручити програмній системі перевірку правильності перетворень на кожному кроці розв'язання подібно тому, як здійснюється перевірка правильності правопису в MS Word.

Другий, не менш визначний аспект підтримки – *автоматизація рутинних дій учня*, наприклад, дій, пов'язаних з обчисленнями. Так, учню X-XI класу алгоритм розв'язання квадратного рівняння чи системи лінійних рівнянь добре знайомий. Проблема полягає в тім, що він змушений витрачати навчальний час на виконання рутинних (для його рівня розвитку) обчислень, спрямованих на пошук відповіді.

Для реалізації цього аспекту потрібно уточнити поняття - *рутинні дії*. З нашої точки зору, рутинними є дії, які зумовлені рівнем розвитку учня. Це означає, що в системі потрібно означити та формалізувати:

базовий рівень практичних вмінь учня та відповідний йому перелік здобутих навичок;

Рівень нових практичних вмінь та перелік навичок, якими учень повинен оволодіти в результаті практичної діяльності.



Третій аспект – надання учневі зручної системи користування навчальною, учбово-методичною і довідковою інформацією в режимі online.

Нарешті, система повинна надавати учневі відповідний інструментарій (приклади математичного інструментарію - калькулятор, система побудови графіків, довідник математичних формул тощо).

Всі ці аспекти не потребують подальшого обґрунтування – вони очевидні.

### **Концепція підтримки діяльності вчителя**

Система повинна забезпечувати ефективне ведення навчального процесу в цілому, підтримуючи взаємодію вчителя й учня.

Перший аспект - *перевірка правильності ходу розв'язання задачі*. Для вчителя цей вид підтримки полягає в тому, що система перевіряє правильність ходу розв'язання всієї задачі, вирішеної раніше учнем (режим самостійної роботи).

Другий аспект підтримки вчителя – *автоматичне тестування знань учнів безпосередньо під час його роботи*. Система повинна здійснювати перевірку знань елементарних перетворень (наприклад, основних математичних правил і формул) саме в той момент часу, коли учень їх виконує

Третій аспект – надання вчителю заздалегідь спланованої відповідно до вимог стандартів *системи навчальних матеріалів* для проведення всього циклу уроків з можливістю його модифікації. Зокрема, Задачник посібника повинен містити завдання для кожного уроку, причому має існувати можливість модифікації цих завдань.

Нарешті, учитель повинен мати можливість використовувати систему на уроках і при викладанні нового матеріалу як електронний підручник.

### **Концепція комп'ютерної підтримки предметно-орієнтованої навчальної практичної діяльності.**

**Комп'ютерна підтримка** предметно-орієнтованої практичної діяльності полягає у наданні користувачу (учню або вчителю) набору засобів і інструментів, які автоматизують і верифікують процес розв'язання практичної задачі. Ця підтримка може здійснюватися на кількох рівнях, які характеризують ступінь розвиненості інтелекту даної предметно-орієнтованої системи:

**Рівень 0:** спеціалізована середа, орієнтована на предметну діяльність (реалізація адекватного подання об'єктів предметної галузі в описі ходу рішення практичної задачі), забезпечена спеціальними інструментами і методичними посібниками (для математики - калькулятор, геометричні інструменти, підручник, задачник, довідник формул і т. ін.)

**Рівень 1:** система, яка здійснює формальний (наприклад, синтаксичний) аналіз об'єктів і автоматизуюча процедури їх перетворень у ході рішення практичної задачі;

**Рівень 2:** система, яка здійснює семантичний аналіз перетворень об'єктів предметної галузі (покрокова перевірка правильності кроків розв'язання задачі);

**Рівень 3:** Система семантичного і методичного аналізу всього ходу рішення практичної задачі (перевірка правильності ходу рішення задачі як з формальної, так і з методичної точки зору);

Підкреслимо, що, незалежно від рівня, система повинна бути забезпеченою повним комплектом методичної підтримки. Для математики це - підручник, задачник, довідник з формул, робочий зошит учня, збірник контрольних робіт та тестів, методичні рекомендації вчителю.

Таким чином, архітектурно ПО система підтримки практичної роботи є Програмно-методичним комплексом, що складається з декількох незалежних, але взаємодіючих програмних додатків. Цей програмно-методичний комплекс повинен забезпечувати ефективне ведення навчального процесу в цілому, підтримуючи взаємодію вчителя й учня.

Таким чином, сучасна інформаційна технологія підтримки навчального процесу – це програмно-методичний комплекс, що забезпечує всі аспекти навчання – від подання нового матеріалу, підтримки практичної роботи, до перевірки знань учня:

$$\text{ПМК} = \text{НС} + \text{ПОСП}.$$

### **Технології проектування і розробки ПМК**

Розробка програмно-методичних комплексів у середовищі мультимедіа є тривалим процесом, який багато коштує, тому важливо добре уявити собі усі основні етапи створення ПМК і можливі рішення, які приймаються на кожному етапі розробки. На попередньому етапі проектування здійснюється вибір учбової дисципліни для представлення в середовищі мультимедіа. Повинні бути виявлені вже існуючі педагогічно-орієнтовані програми з даної дисципліни, визначені передбачувані витрати і час, необхідні для створення ПМК. Оскільки загальноосвітні ПМК повинні враховувати особливості навчання, пов'язані з різним рівнем загальної підготовки учнів і рівнем їх комп'ютерних знань, може потребуватися введення в ПМК засобів попереднього тестування для оцінки наявних знань і підстройки системи для оптимального викладення. Спеціальні предметно-орієнтовані ПМК повинні враховувати рівень підготовки, давати можливість не повторювати вже відомі теми, забезпечувати наявність останньої інформації в даній предметній галузі.

На підготовчому етапі передбачається написання текстів методичного супроводу ПМК, підбір ілюстративного і довідкового матеріалу, створення ескізів інтерфейсу і

сценаріїв навчальної програми, а також сценаріїв окремих блоків (анімаційних фрагментів, відеофрагментів, програм, які реалізують комп'ютерне моделювання, блоків перевірки знань і т. ін.). При роботі з текстом навчальної дисципліни необхідно виконати його структурування з визначенням точного переліку всіх необхідних тем з поділом на розділи, параграфи і т. ін. Повний сценарій ПМК передбачає використання звичайного тексту і гіпертексту з посиланнями на пов'язані теми, розділи або поняття, на зображення, звуки, відеофрагменти; використання табличної інформації, ілюстративного матеріалу (графіків, схем, малюнків), анімованих малюнків, фотоматеріалів, аудіо- і відеофрагментів, комп'ютерних моделей задач для розв'язання.

Паралельно з написанням тексту учбової дисципліни проводиться робота над сценарієм ПОСП, тобто практичною складовою ПМК. Сценарій ПОСП припускає детальний перелік відповідних компонентів і тем дисципліни, а також попередній опис його структури.

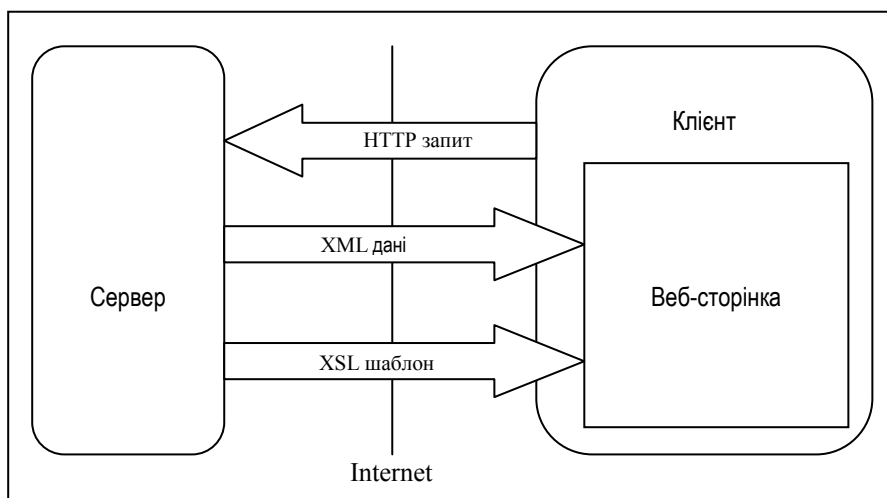
При розробці сценарію ПОСП необхідно враховувати ряд специфічних особливостей. ПО, яке є інструментальним середовищем підтримки практичної роботи учня, повинне мати кілька режимів роботи і бути налаштованим на певний вид роботи в залежності від методичних цілей. В залежності від рівня базових знань і вмінь учнів, ПО повинне підтримувати роботу як в режимі активного помічника, так і в режимі пасивного супроводу. При цьому повинні бути реалізовані режим контролю і тестування роботи учня.

Іншою важливою властивістю ПОСП є реалізація режиму персональної настройки ПО для кожного учня. Це може досягатися забезпеченням збереження стану поточної роботи з подальшим його відновленням, веденням індивідуальних електронних робочих зошитів, індивідуальної настройки електронних підручників і задачників.

**Електронні підручники** являють собою мультимедійні гіперкаталоги. У відповідності зі стандартом IMS, вони є документами в форматі XML або HTML. Ці документи можуть бути як незалежними ПО, так і клієнтськими додатками, керованими веб-сервером.

В архітектурі клієнт-сервер, прийнятої в системі ДН як стандарт проектування, електронний підручник є клієнтським додатком, який працює під керівництвом веб-серверу (мал. 2). Веб-сервер є частиною операційної системи Windows 9x. В якості веб-серверу можна використовувати Internet Information Server або Personal Web Server. Усі користувачі отримують доступ до системи шляхом використання "надтонкого клієнту", в якості якого виступає веб-браузер. Це значно спрощує як розробку системи (немає необхідності написання клієнтської програми), так і користування системою (користувач використовує один з розповсюджених веб-браузерів, працюючи з системою звичним для нього чином).

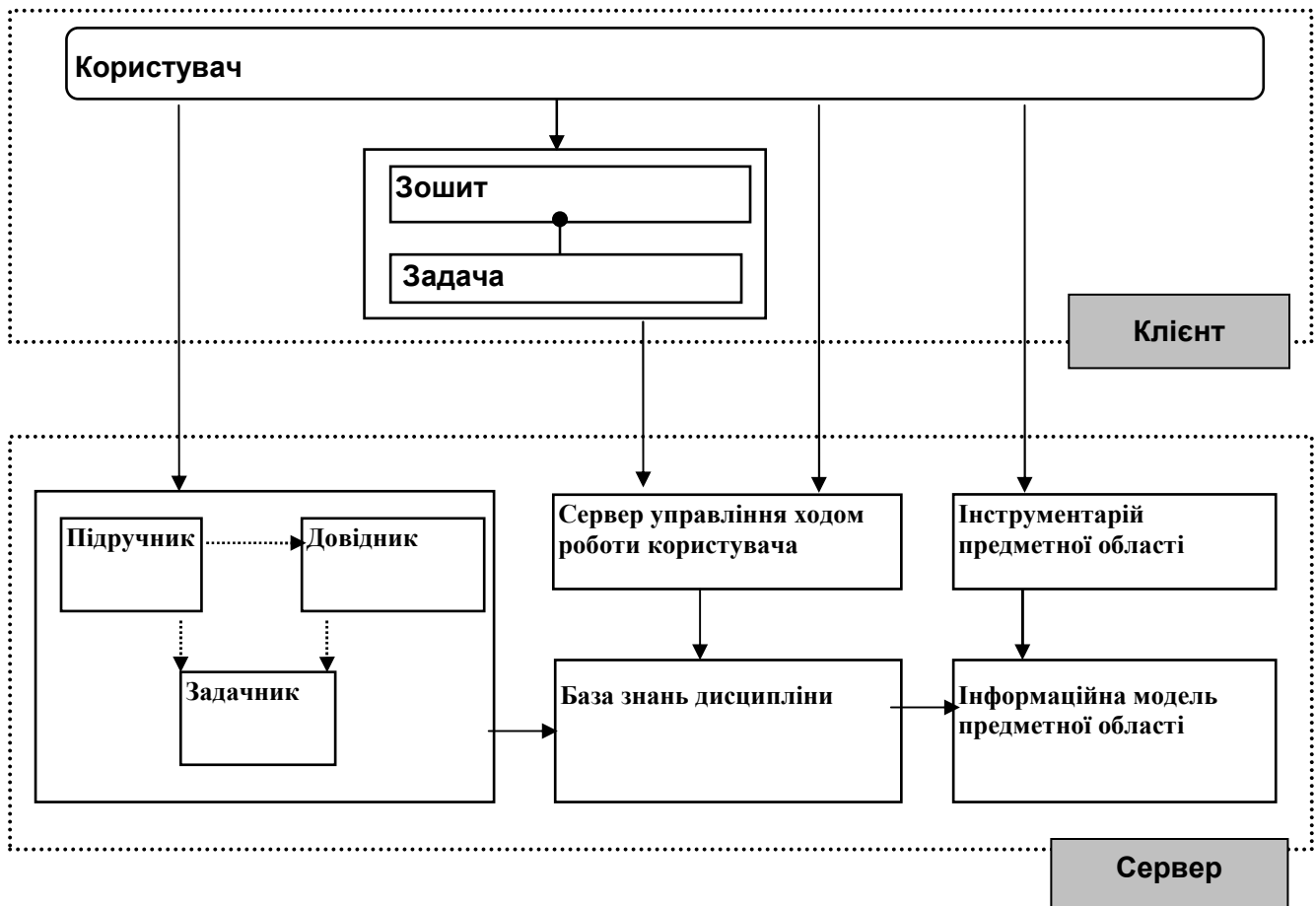
При використанні в якості клієнту браузера, який підтримує мову XML (наприклад Internet Explorer 5), система має можливість видавати дані зв'язкою XML+XSL (див. мал. 1).



Мал. 1. Схема подання XML даних.

## Концептуальна модель предметно-орієнтованого програмно-методичного комплексу

### Архітектура Клієнт-сервер орієнтована на дистанційне використання



Мал. 2. Архітектура клієнт-сервер.

### Приклад реалізації системи підтримки практичної роботи з математики:

#### ППС Системи лінійних рівнянь

Програмне середовище “Системи лінійних рівнянь” (у подальшому “СЛР”) призначається для комп’ютерної підтримки практичних занять з алгебри у сьомому класі середніх загальноосвітніх шкіл при вивченні теми “Системи лінійних рівнянь” та при розв’язанні геометричних, фізичних та інших задач, в яких математична модель є системою лінійних рівнянь.

Вимоги до технології взаємодії користувача і ППС Системи лінійних рівнянь [2, 3]

1. Користувач повинен працювати з реальними об’єктами предметної галузі (рівняннями, системами лінійних рівнянь, графіками, матрицями і т. ін.)

2. Користувач повинен працювати в реальному операційному середовищі, яке однозначно визначене предметною галуззю (наприклад, для матриць: склади два рядки, домнож рядок на число, перестав два рядки місцями і т. ін.).

3. Інтерфейс користувача практично не повинен відрізнятися від традиційного (аркуш паперу замінюється вікном, послідовність аркушів паперу — послідовністю кадрів у вікні, які можна пересувати як уперед, так і назад, олівець — курсором, гумка — забоем). При цьому користувач в рамках дидактичних цілей може використовувати обчислювальні ресурси, які надаються ППС.

4. ППС повинна надавати користувачу волю, обмежену лише рамками предметної галузі (наприклад, при рішенні СЛР методом складення користувач може робити будь-які елементарні перетворення в будь-якій послідовності, головне — правильно виключити відповідне невідоме з рівнянь), тобто користувач не повинен знаходитися під пресом алгоритму рішення, визначеного на стадії написання ППС. Користувач повинен мати можливість «пересуватися» діями ходу рішення задачі, вставляючи між ними нові або взагалі відмовитися від операційного середовища ППС і будувати довільно новий об'єкт, а справа програми — оцінити правильність його дій.

5. ППС надає користувачу можливість виходу з глухих кутів, для чого операційне середовище необхідно доповнити, наприклад, наказом «Черговий крок рішення зроби, машина, сама».

6. Історія роботи користувача подається у вигляді послідовності його дій з відповідною діагностикою, що різко полегшить роботу перевіряючого, а також дозволить користувачу мати оперативну інформацію про правильність своїх дій.

7. ППС повинна мати два режими:

а) «пасивне спостереження» за роботою користувача з видачою інформації про правильність його дій;

б) «паралельна робота» (учень зробив, потім програма показала, як би зробила вона).

Таким чином, ППС СЛР інтегрує в собі функції демонстратору, тренажеру і контролеру в природній для учня формі, дозволяючи при цьому викладачу прослідкувати не тільки діагностику, але й логику дій учня.

Програма шкільного курсу математики передбачає такі способи розв'язання систем лінійних рівнянь: спосіб підстановки, спосіб додавання та графічний спосіб. У межах системи СЛР здійснюється комп'ютерна підтримка для будь-якого з перелічених способів. Для забезпечення роботи згаданої системи програмне середовище містить такі команди:

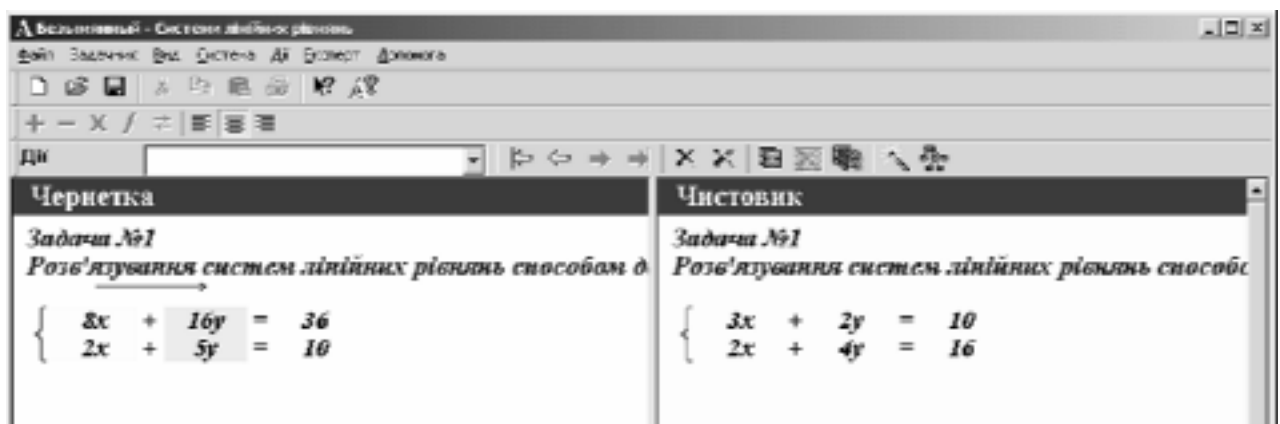
1. виразити з першого ( другого) рівняння змінну  $x$  ( $y$ ):

- перенести всі члени рівняння, що містять  $x$  ( $y$ ) в ліву (праву) частину рівняння;

- перенести всі інші члени у праву (ліву) частину рівняння;
- 2. привести подібні члени в лівій та правій частинах рівняння:
  - виділити кольором члени, що містять  $x$  ( $y$ , вільні члени);
  - вказати частину рівняння, де треба записати результат;
- 3. поділити обидві частини рівняння на число;
- 4. помножити обидві частини рівняння на число;
- 5. розкрити дужки;
- 6. поміняти місцями частини рівняння;
- 7. переставити рівняння системи;
- 8. підставити вираз  $x$  ( $y$ ) у задане рівняння;
- 9. розв'язати рівняння першого ступеня з однією змінною виду  $a \cdot x + b = 0$   
 $(a \cdot y + b = 0; a \cdot z + b = 0)$ ;
- 10. підставити в задане рівняння замість змінної деяке число.
- 11. На координатній площині побудувати пряму, що проходить через дві точки із заданими координатами.

ППС “СЛР” передбачає поділ робочої області на два вікна: “чернетка” та “чистовик”.

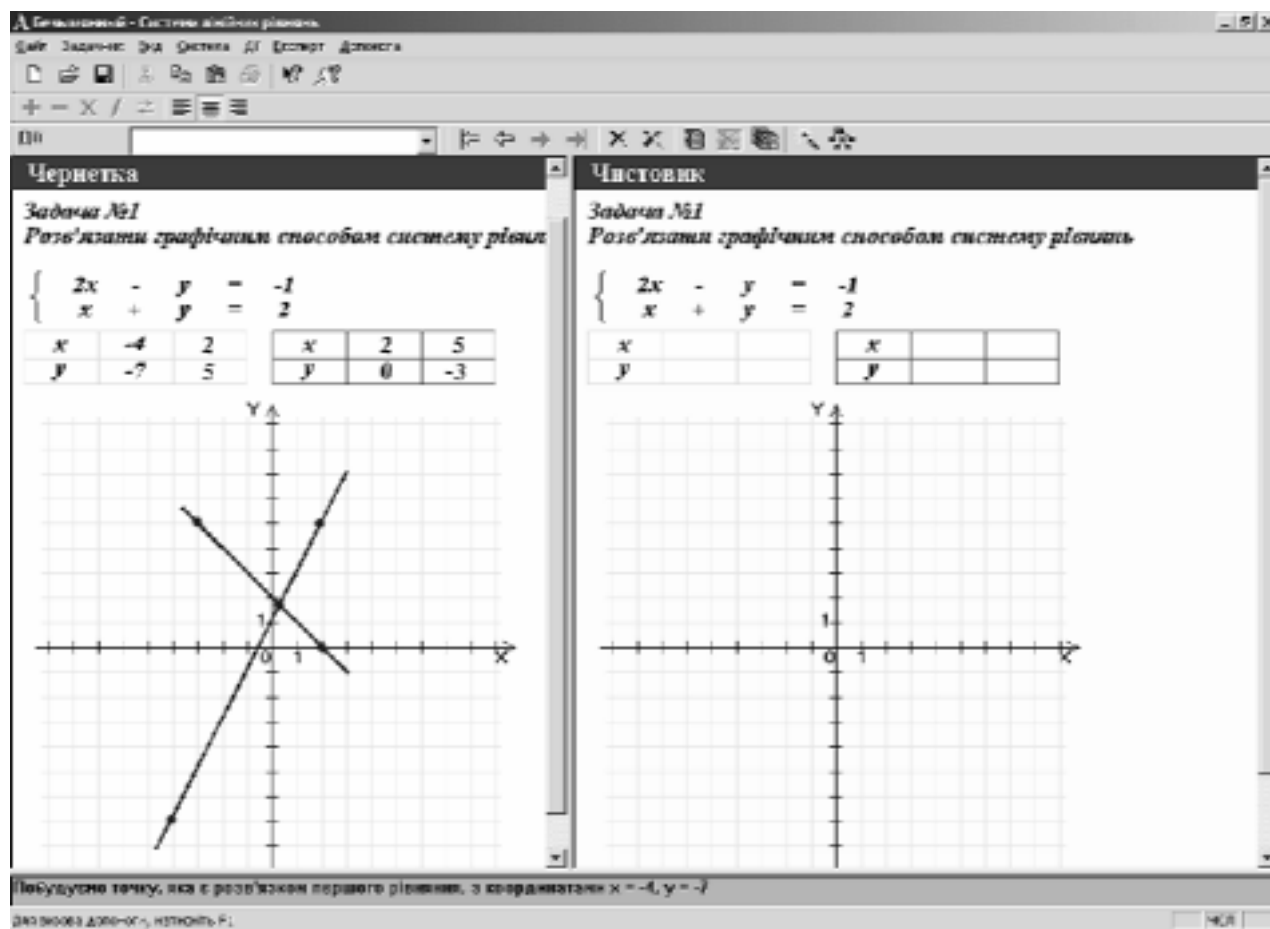
В обох вікнах можна записати умову задачі.



Мал. 3. Ілюстрація загального виду ППС СЛР у режиму “метод складання”.

На чернетці учень проводить потрібні перетворення, за допомогою яких він отримує розв'язок задачі. Для здійснення вказаних перетворень учень виділяє кольором відповідний об'єкт (рядок, стовпчик або матрицю), потім розкриває вікно, в якому записано перелік можливих операцій з виділеним об'єктом. Після виконання слушної дії він бачить на моніторі отриманий результат, оцінює його та визначає наступний крок розв'язання. Комп'ютер може оцінити правильність дій, які проводить учень. Після отримання відповіді учень відображає її на чистовику і запитує комп'ютер про правильність результату. За вимогою вчителя (для кращого контролю) або за власним бажанням учень може скопіювати з чернетки в чистовик деякі проміжні результати.

При графічному способі розв'язання системи лінійних рівнянь передбачається зображення координатної площини у вікнах робочої області. Учень визначає координати двох точок, які розташовані на прямій, що задано лінійним рівнянням від двох змінних. За відповідною командою комп'ютер будує цю пряму на координатній площині. При розв'язанні системи лінійних рівнянь з двома невідомими будуються дві прямі, що відповідають цим рівнянням. Учень розглядає одержаний малюнок і знаходить розв'язок системи, якщо згадані прямі перетинаються, або робить висновок про несумісність системи, якщо ці прямі паралельні.



Мал. 4. Ілюстрація загального виду ППС СЛР у режиму “графічний метод”.

Програмне середовище “Система лінійних рівнянь” дає можливість учню під час розв'язання задачі звертатися до послуги “Експертної системи”, що може надати довідку загальнотеоретичного характеру або довідку стосовно виконання наступного кроку. Передбачено при цьому покрокове здійснювання “Експертною системою” процесу розв'язання задачі.

Методична підтримка програмного середовища СЛР забезпечується електронним задачником з такою ж назвою “Система лінійних рівнянь”. Його зміст відповідає чинній програмі шкільного курсу математики. Задачник має розділи, що присвячені усім способам розв'язання систем лінійних рівнянь, які вивчаються в середній школі. Кожний з розділів



містить короткі теоретичні відомості, зразки розв'язання задач, достатню кількість завдань для виконання під час уроків і для домашньої роботи, варіанти задач для контрольних робіт і індивідуальних завдань. У задачнику є також окремий розділ з тестовими питаннями, які стосуються геометричного тлумачення лінійних рівнянь від двох змінних, методів розв'язання систем лінійних рівнянь та основних понять теми, про яку йдеться. Крім того, у спеціальному розділі міститься перелік задач з геометрії, фізики, хімії, що можуть бути зведені до розв'язання систем лінійних рівнянь. Для спеціалізованих шкіл та класів з поглибленим вивченням математики створено розділ, в якому надається метод Крамера розв'язання систем лінійних рівнянь. У цьому розділі вводиться поняття визначників другого та третього порядку, розглядаються їх властивості та використання в темі “Системи лінійних рівнянь”.

### **Зміст електронного задачника.**

- Основні поняття та означення
- Графічний спосіб розв'язування систем лінійних рівнянь
  - Теоретичні відомості.*
  - Приклади розв'язування систем лінійних рівнянь графічним способом.*
  - Вправи для виконання.*
- Розв'язування систем лінійних рівнянь способом підстановки
  - Теоретичні відомості.*
  - Приклади розв'язування систем лінійних рівнянь способом підстановки.*
  - Вправи для виконання.*
- Розв'язування систем лінійних рівнянь способом додавання
  - Теоретичні відомості.*
  - Приклади розв'язування систем лінійних рівнянь способом додавання.*
  - Вправи для виконання.*
- Розв'язування задач за допомогою систем лінійних рівнянь
  - Приклади розв'язування задач за допомогою систем лінійних рівнянь.*
  - Вправи для виконання.*
- Теми для класів з поглибленим вивченням математики та факультативних занять
- Розв'язування систем лінійних рівнянь методом Крамера
  - Теоретичні відомості.*
  - Приклади розв'язування систем лінійних рівнянь методом Крамера.*
  - Вправи для виконання.*
- Розв'язування задач підвищеної складності за допомогою систем лінійних рівнянь

Передбачається доступ до задачника з операційного середовища та з програмно-методичного комплексу. Учень у процесі виконання завдань має можливість відкрити відповідний розділ задачника, розглянути зразок виконання аналогічної задачі, знайти довідку теоретичного характеру та вибрати для себе нове завдання.

Комп'ютерна підтримка вивчення теми "СЛР" сприяє кращому засвоєнню учнями навчального матеріалу, оскільки при цьому не витрачається зайвий час на арифметичні обчислення, на повторний запис систем лінійних рівнянь, які виникають у процесі розв'язання, на виконання деяких перетворень, які не мають суттєвого значення для оволодіння методами розв'язань у межах теми, що розглядається. Вчитель має можливість більш насичено проводити уроки, краще контролювати роботу учнів, застосовуючи при цьому індивідуальний підхід. Усе сказане підтверджує принципи, які були сформульовані на початку статті.

Для успішного впровадження ППС "СЛР" до навчального процесу загально-освітніх шкіл запропонований комплекс містить методичні рекомендації для вчителя. В цих рекомендаціях головна увага приділяється опису роботи з операційним середовищем та особливостям, що виникають при застосуванні комп'ютерних технологій. Зрозуміло, що в рекомендаціях розглядаються також методичні питання суто предметного характеру.

### **ПМК Відеоінтерпретатор алгоритмів пошуку і сортування**

Розділ «Основи алгоритмізації і основ програмування» займає особливе місце в сучасних учбових програмах з дисципліни «Основи інформатики і обчислювальної техніки». Якщо інші її розділи розвивають знання, вміння і навички користувача сучасних інформаційних технологій, то основна мета вивчення цього розділу - формування початкових знань, умінь, навичок спеціаліста в галузі розробки цих технологій. Таким чином, цей розділ включений у програму дисципліни, зокрема і для того, щоб здійснити ранню профорієнтацію учнів, які виявили здібності в галузі інформатики.

Незважаючи на те, що вивчення основ алгоритмізації історично почалося в середній школі раніше, ніж реальне вивчення прикладних інформаційних технологій, до сих пір не існує жодної думки щодо змісту цього розділу, ні загальноприйнятої учбово-орієнтованої системи програмування, яка підтримує практичні заняття з алгоритмізації і програмування.

Сучасна навчальна програма розділу Основи алгоритмізації та програмування [13] дає змогу вчителю самостійно обрати як навчальну мову програмування, так і в значній мірі самостійно визначити її дидактичне наповнення. Зокрема, вчитель може обрати або об'єктно-орієнтовану, або структурну методологію алгоритмізації, мови програмування Паскаль, Си, Візуал Бейсік тощо. Наша точка зору з цієї проблеми детально викладена в [4].

Ми вважаємо, що початкове вивчення алгоритмізації в курсі інформатики середньої школи доцільно проводити, використовуючи спеціалізоване учбово-орієнтоване програмно-методичне забезпечення. Це повинне бути інтегроване середовище алгоритмізації, яке підтримує структурну методологію алгоритмізації у поєднанні з об'єктно-орієнтованими засобами побудови програмних систем.

Інтегроване середовище алгоритмізації повинне

- спиратися на вже існуючу і загальноприйнятую нотацію в записі алгоритмів (наприклад, нотацію Паскаля);
- підтримувати процес розробки алгоритмів для проблемно- та предметно-орієнтованих виконавців (абстрактних типів даних);
- надавати у розпорядження програміста усі засоби однієї з розповсюджених реалізацій ОО системи програмування (наприклад, Borland Pascal);
- повинне бути простим у використанні та наочним у роботі;
- придатним до використання вчителем – для викладення навчального матеріалу, демонстрацій процесу розробки і виконання алгоритмів, швидкої перевірки властивостей алгоритмів, що написані учнями;
- придатним до використання учнями – для практичних занять і лабораторних робіт;
- містити у своєму складі усе необхідне дидактичне і методичне забезпечення.

Потрібно відзначити, що створення такого середовища – справа не одномоментна. Не слід чекати, що перша версія зразу ж вирішить всі проблеми та здобуде місце під сонцем. Досвід розвитку професійних прикладних систем узагалі та професійних середовищ програмування зокрема і показує, що тільки постійний та довготривалий розвиток і вдосконалення робить систему практично запитаною.

В якості першої версії такого середовища ми пропонуємо програмно-методичний комплекс Відеоінтерпретатор алгоритмів пошуку і сортування.

### **Призначення ПМК Відеоінтерпретатор алгоритмів пошуку і сортування**

Програмно-методичний комплекс призначений для вивчення розділу «Основи алгоритмізації і програмування» дисципліни «Основи інформатики і обчислювальної техніки» для середньої школи.

Спеціальні засоби ПМК орієнтовані на вивчення теми «Алгоритми пошуку і сортування». Ця тема пропонується в якості центральної теми всього розділу.

Вчитель інформатики буде використовувати електронний учбовий посібник ПМК, довідковий посібник ПМК і колекцію алгоритмів ПМК для проведення лекційної частини уроків інформатики.

Учні будуть використовувати спеціальне програмне середовище ПМК для виконання практичних завдань і лабораторних робіт за даною темою алгоритмізації, а також для практичного програмування на мові Паскаль.

Програмне середовище ПМК Відеоінтерпретатор алгоритмів пошуку і сортування є універсальним. За його допомогою можна швидко побудувати модуль, що виконується і наочно демонструє роботу будь-якого алгоритму типу сортування.

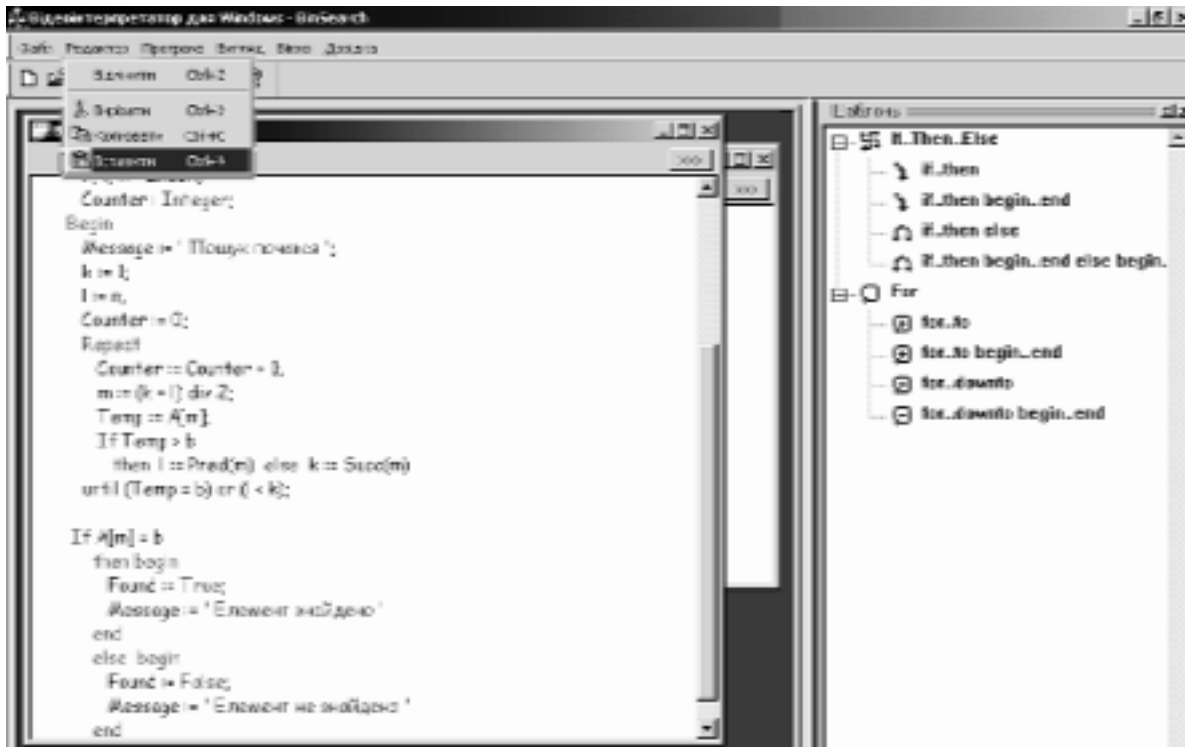
### **Склад програмно-методичного комплексу**

Інтегроване середовище ПМК Відеоінтерпретатор складається з

- *Середовища програмування* з колекцією вихідних текстів алгоритмів ПМК і колекцією вихідних текстів алгоритмів і програм користувача.
- *Середовища демонстрації* з колекцією демонстрацій алгоритмів ПМК Відеоінтерпретатор і колекцією демонстрацій алгоритмів користувача.
- *Електронного підручника* з алгоритмізації «Алгоритми пошуку і сортування»
- *Електронного підручника – довідника* з мови програмування Паскаль.

### **В середовищі програмування користувач**

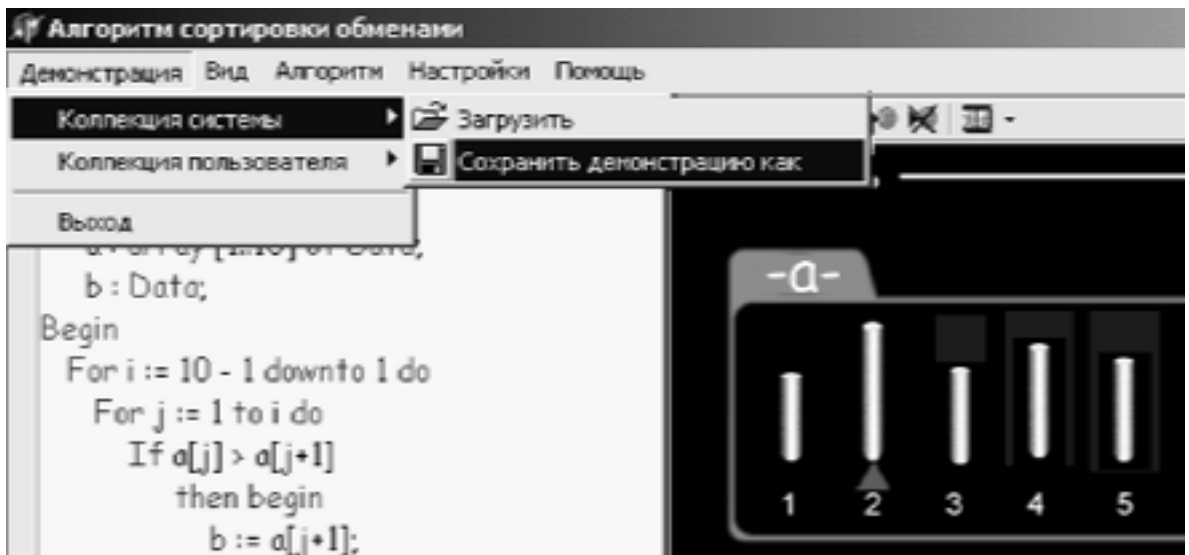
- має можливість користуватися стандартом мови Паскаль системи програмування BPW 7.0 для написання своїх програм. Введення-виведення при цьому організоване через вікно користувача (як в BPW 7.0). В середовищі використовується компілятор BPW.
- Має можливість писати програми – вихідні модулі демонстрацій (відеоінтерпретацій) з типами *Data* і *Index*. При цьому він повинен притримуватися правил, які обмежують мовні засоби Паскалю. Відеоінтерпретатор створює модуль демонстрації, що виконується.
- Редактор середовища програмування спеціалізований. Він призначений для програмістів-початківців. До спеціальних засобів відносяться: шаблони основних керуючих конструкцій мови, управління відображенням тіл процедур, функцій, розділів описів, деякі специфічні засоби редагування.



Мал. 5. Ілюстрація загального виду ПМК Відеоінтерпретатор у режиму “редактор”.

#### В середі демонстрації користувач

- Має можливість вибрати і відкрити алгоритм для демонстрації або з колекції ПМК, або з колекції користувача, ініціювати дані демонстрації, налагодити демонстрацію, виконати демонстрацію, зберегти демонстрацію. (Збереження демонстрації означає збереження її даних і настройок.)



Мал. 6. Ілюстрація загального виду ПМК Відеоінтерпретатор у режиму “демонстрація”.

#### Колекція алгоритмів ПМК

Алгоритми вибору і впорядкування.

Вибір мінімального з двох елементів.

Вибір мінімального з трьох елементів.

Вибір середнього з трьох елементів.

Вибір даного елементу з трьох.

Впорядкування двох елементів.

Впорядкування трьох елементів

Впорядкування чотирьох елементів

Алгоритми пошуку в масиві.

Пошук мінімального елементу в масиві.

Пошук даного елементу в масиві.

Бінарний пошук даного елементу в упорядкованому масиві.

Злиття двох упорядкованих масивів.

Впорядкування «двоколірного» масиву.

Алгоритми сортування масивів.

Сортування масиву обмінами.

Сортування масиву вибором.

Сортування масиву вставками.

Пірамідальне сортування масиву.

Швидке сортування Хоара.

Пошук медіани масиву.

**Електронний підручник з алгоритмізації** являє собою окремий додаток - гіпертекст в спеціальному стандарті, який включає текстові фрагменти, графічні ілюстрації виконання алгоритмів, інші графічні, тексти вихідні модулів. Користувачеві надана можливість робити свої зауваження на полях Підручника. Такий екземпляр Підручника авторизований.

Доступ до Підручника є можливим з операційної системи, Середовища ПМК Відео-інтерпретатор, Середовища програмування, Середовища демонстрації - у стані очікування демонстрації або у стані переривання (тимчасової зупинки) демонстрації.

Контекстний доступ до Підручника є можливим у стані демонстрації одного з алгоритмів колекції Системи. При цьому система відкриває той розділ підручника, який містить матеріал з демонстрованого алгоритму.

Є можливим і контекстний доступ з підручника до середи демонстрації. Він здійснюється командами підручника, реалізованими контекстно. Ці команди доступні користувачу як у Змісті, так і в Тексті Підручника. Кожна така команда відкриває відповідну демонстрацію – демонстрацію алгоритму, описаного у відповідному розділі.

**Зміст підручника «Алгоритми пошуку і сортування».**

Введення.

Задачі вибору і впорядкування.

Задачі вибору.

Дерево розв'язань задачі вибору.

Задачі на зваження.

Ефективність алгоритму як кількість його кроків.

Задачі впорядкування.

Пошук в масиві.

Пошук елементу в масиві.

Лінійний пошук в масиві.

Бінарний пошук в упорядкованому масиві.

Метод асинхронного перегляду.

Задачі сортування.

Сортування масивів.

Прості алгоритми сортування.

Сортування обмінами.

Аналіз алгоритму сортування обмінами.

Сортування вибором.

Аналіз алгоритму сортування вибором.

Покращений алгоритм сортування обмінами.

Сортування вставками.

Швидкі алгоритми сортування і пошуку.

Сортування деревом.

Пірамідальне сортування.

Швидке сортування Хоара.

Пошук k-того елементу в масиві. Пошук медіани масиву.

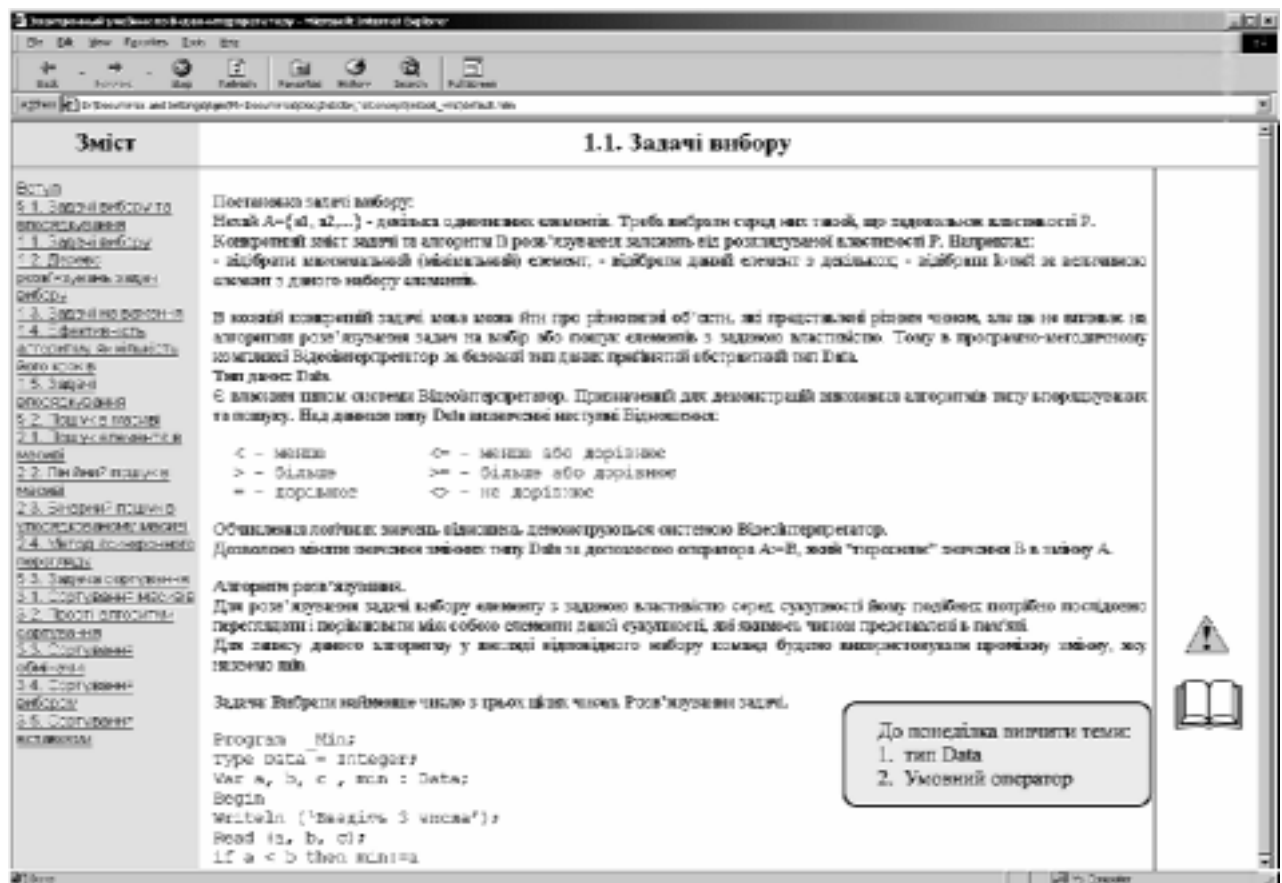
Метод “поділяй і володарюй”

Спеціальні алгоритми сортування.

Метод цифрового сортування.

Сортування файлів.

Алгоритм сортування злиттям.



Мал. 7. Ілюстрація загального виду електронного підручника.

**Електронний підручник** – довідник з мови програмування Паскаль являє собою окремий додаток - гіпертекст в тому ж стандарті, що й підручник з алгоритмізації, який включає текстові фрагменти, таблиці, синтаксичні діаграми, блок-схеми, інші графічні об'єкти, тексти вихідних модулів.

Кожна тема Довідника являє собою методично продуманий опорний конспект відповідного навчального матеріалу, призначений для використання на уроці інформатики як вчителем, так і учнем. Необхідний матеріал узгоджений у змісті та термінології зі шкільним підручником [8] і доповнений описами об'єктних типів Data, Index, які використовують при описі алгоритмів пошуку і сортування. Доступ до довідника із Середовища програмування і Середовища демонстрації організований також, як і до Підручника. Підручник пов'язаний з Довідником гіперпосиланнями.

### Зміст довідника Основи мови програмування Паскаль.

Лексика мови

Дані

Імена

Структура програми

Заголовок програми



Мітки. Список міток.

Константи. Список констант.

Тип. Опис типів.

Змінні. Опис змінних.

Розділ процедур і функцій.

Програмний блок (блок операторів).

Типи даних.

Тип даних Integer (цілий).

Тип даних Real (дійсний).

Тип даних Char (символьний).

Тип даних Boolean (логічний).

Тип даних Data.

Тип даних Index.

Обмежені типи даних.

Тип даних масиви.

Рядковий тип даних.

Файловий тип даних.

Конструкції мови.

Вираз.

Оператор присвоєння.

Оператор введення даних.

Оператор виведення даних.

Складовий оператор.

Команди мови.

Поняття умови.

Умовний оператор.

Оператор варіанту.

Оператор безумовного переходу.

Оператор циклу «Перелік».

Оператор циклу «Поки».

Оператор циклу «До».

Підпрограми.

Опис процедур.

Підпрограми-процедури.

Опис функцій.

Підпрограми-функції.  
Локальні і глобальні об'єкти.  
Формальні параметри.  
Фактичні параметри.  
Рекурсія.



Мал. 8. Ілюстрація загального виду електронного довідника.

Розвиток ПМК полягає в послідовному включенні в нього нових предметних областей, так і нових сфер використання, тобто реалізації в повному обсязі концепцій, викладених вище. Інтерфейс Інтегрованого середовища реалізовано українською, російською та англійською мовами.

### Алгоритми пошуку і сортування – центральна тема алгоритмізації.

Серед числених типів алгоритмів обробки даних особливе місце посідають так звані алгоритми пошуку і сортування. Алгоритми пошуку розв'язують задачі пошуку інформації, а алгоритми сортування – задачі впорядкування інформації в тому чи іншому вигляді (порядку).

Дві ці задачі – пошук необхідної інформації та її впорядкування (сортування) взаємопов'язані. Задача пошуку виникає тоді, коли у великих сховищах інформації необхідно швидко знайти інформацію, необхідну користувачу.

Комп'ютерні системи, спеціально призначені для цих цілей, називають інформаційно-пошуковими системами. Інформаційно-пошукові системи, в свою чергу, є необхідною компонентою інформаційно-аналітичних систем. Ці системи призначені для аналізу

знайденої інформації з метою прийняття того або іншого рішення. Насправді, для того, щоб людина змогла прийняти рішення основі аналізу необхідної інформації, її необхідно спочатку знайти. Тому задача пошуку є найбільш важливою з практичної точки зору в інформаційно-пошукових системах.

Розробники інформаційно-пошукових систем в першу чергу повинні забезпечити швидкий і надійний доступ до будь-якої інформації, яка зберігається цими системами.

Якість інформаційно-пошукової системи визначається двома основними її характеристиками – обсягом інформації, яка зберігається і швидкістю доступу до призовної одиниці зберігання. Ці дві характеристики протирічають одна одній: чим більше інформації зберігається, тим довше необхідно її шукати.

Для прискорення пошуку інформації її необхідно зберігати в упорядкованому вигляді. Тому задача правильного впорядкування інформації – ключ до розв'язання задачі швидкого її пошуку.

Окрім згаданого нами класу програмних систем, задачі впорядкування і пошуку даних виникають практично в будь-яких програмних системах.

Нарешті, ці задачі мають просте і зрозуміле загальне формулювання. Для їх рішення знайдені найрізноманітніші алгоритми, вивчення яких може бути покладено в основу формування високої алгоритмічної культури програміста. В задачах пошуку і сортування, як у краплині води, відображується уся сутність процесу проектування і аналізу алгоритму. Тому задачі пошуку і сортування найбільш детальним чином розглядаються в усіх підручниках з алгоритмів і структур даних, визнаних класичними. [9-11].

### **Абстрактний тип даних *Data* – предметна галузь алгоритмів типу сортування**

Абстрактний тип даних **Data** (лінійний порядок), над яким будуються алгоритми, що інтерпретуються визначений

- операціями порівняння  $<$ ,  $<=$ ,  $>$ ,  $>=$ ,  $=$   $\diamond$
- оператором присвоєння  $:=$  (операція копіювання).

Дані типу **Data** можуть бути об'єднані в одномірні та двомірні масиви. Індеси при цьому типізуються «за умовчанням» як **Index**, та їх змінення також інтерпретується системою.

Тип даних **Index**, як і тип **Data**, є стандартним з типів Відеоінтерпретатору. Дані типу **Index** – натуральні числа у діапазоні **0..MaxIndex**.

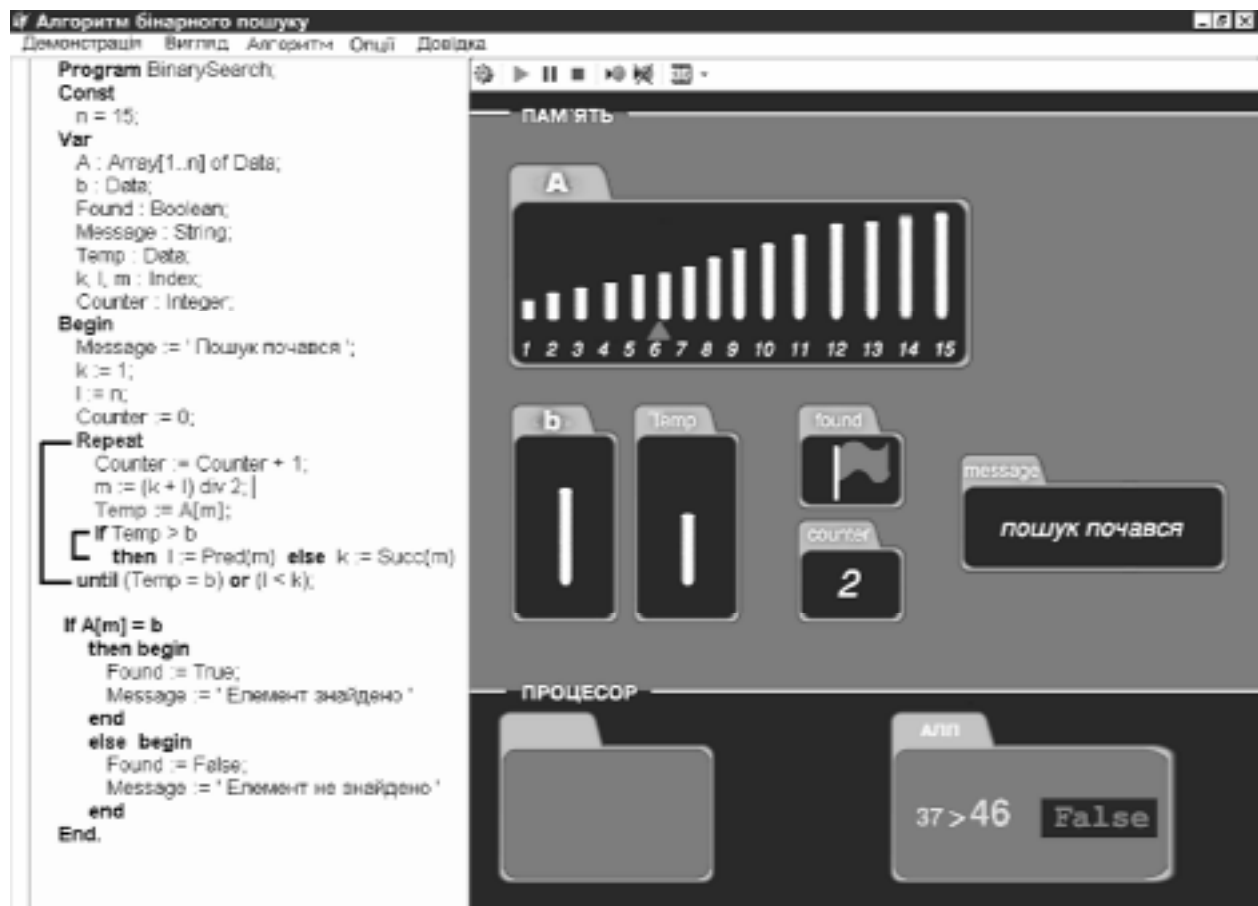
Окрім власне типів Відеоінтерпретатору, система підтримує стандартні типи **Boolean**, **Integer**, а також символи і рядки.

Користувач має можливість описати на мові Паскаль довільний (з точністю до технічних обмежень, пов'язаних з розміром екрану) алгоритм над типом **Data**.

Відеоінтерпретатор відображує на екрані процес виконання цього алгоритму, наочно інтерпретуючи операції **Data**, значення індексних виразів, логічних і цілих змінних. В результаті користувач бачить виконання алгоритму, і може редагувати текст і одразу ж бачити відповідні зміни у виконанні.

### Деталі візуалізації

Елемент масиву або одиночне дане типу **Data** подане у спеціальному вікні екрану Пам'ять у вигляді вертикального вузького циліндру, **Data**-масив – у вигляді рядку або таблиці циліндрів. Поряд з кожним **Data**-об'єктом вказане його ім'я або індекс у масиві. Операція доступу до елемента масиву за індексом зображується стрілками, що пересуваються і вибирають відповідні дані. Присвоєння інтерпретується як заповнення відповідної прямокутної області на екрані. Операції порівняння мультипліковані: порівнювані дані «падають» на чаші «терезів», і результат зображується словами **Yes**, **No**. Змінні типів **Integer** і **Boolean** також мають наочну відеоінтерпретацію.



Мал. 9. ПМК Відеоінтерпретатор у режиму “демонстрація алгоритму бінарного пошуку”.

Користувач має можливість у процесі роботи міняти режими роботи і властивості середовища демонстрації.

### **Заключення.**

Методологія, запропонована в цій роботі, є новою. Практичні роботи з проектування ПМК “Системи лінійних рівнянь” та “Відеоінтерпретатор алгоритмів сортування та пошуку” виконуються зараз згідно з Договорами, які заключні між Науково-методичним центром організації та виробництва засобів навчання Міністерства освіти і науки України та Херсонським державним педагогічним університетом. Ми плануємо отримати готові програмні продукти до вересня 2002 р. Оскільки ПМК такої архітектури є предметно (проблемно) орієнтованими, ці продукти слід вважати першими версіями ПМК, призначених для підтримки навчального процесу з математики та основ алгоритмізації та програмування в середніх навчальних закладах. Безумовно, експлуатація ПМК в школах України призведе до поліпшень в наступних версіях. Ми сподіваємося на плідне співробітництво з всіма організаціями та особами, які зацікавлені в упровадженні інформаційно-комунікаційних технологій в навчальних закладах Країни та нададуть свої зауваження та пропозиції, направлені на удосконалення ПМК. З усіма основними компонентами проектів можна ознайомитись на сайті ХДПУ [www.kspu.edu](http://www.kspu.edu).

## Література

1. Львов М.С., Спиваковский А.В. Методы проектирования систем компьютерной поддержки математического образования. «Математические модели и современные информационные технологии» – Материалы международной конференции по математическому моделированию, Херсон 3-6 сент.1998, с. 101-110
2. Спиваковский А.В. Педагогические программные средства: объектно-ориентированный подход. // Информатика и образование. - 1990.- № 2, С. 71-73.
3. Співаковський О.В., Крекнін В.А. Лінійна алгебра. Навч. посібник. – Херсон, 1997. - 148 с.
4. О.В.Співаковський, М.С.Львов. Шляхи удосконалення курсу «Основи алгоритмізації та програмування у педагогічному ВУЗі» // Комп'ютер у школі та сім'ї.-2001.-№4(16), с. 22-24.
5. Жалдак М.І. Комп'ютер на уроках математики: Посібник для вчителів. - К.: Техніка, 1997. -304с.: ил.
6. Жалдак М.І., Вітюк О.В. Комп'ютер на уроках геометрії: Посібник для вчителів. - К.: НПУ ім.. М.П.Драгоманова, 2000. - 147с.: ил.
7. Раков С.А., Горох В.П. Компьютерные эксперименты в геометрии. Учебное пособие.- Х., 1996.
8. Верлань А.Ф., Апатова Н.В. Информатика: Підручник для учнів 10-11 кл. серед. загальноосв. шк..-К.:Форум, 2000. – 233 с.
9. Кнут. Д. Є. Искусство программирования т.3. Сортировка и поиск, 2-ое изд. : пер. с англ. : Уч.пос.-М.: Изд. дом «Вильямс», 2000.-832 с. : ил.
10. Вирт. Н. Алгоритмы и структуры данных. Пер.с англ.- 1989 г. 420 с. : ил.
11. Ахо А.В, Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Д. Структуры данных и алгоритмы. – Пер. с англ.: М.:Изд. дом «Вильямс» 2001.-384 с.:ил.
12. Учебная программа по математике для ООСШ.
13. Учебная программа по информатике для ООСШ.
14. Кравцов Г.М. Педагогічний університет – школа: проблеми та шляхи створення єдиної інформаційно-освітньої мережі // Комп'ютер у школі та сім'ї.-2001.-№4(16), с. 25-27.