

## ПЕДАГОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПЕДАГОГІЧНО-ОРІЄНТОВАНІ ПРОГРАМНІ СИСТЕМИ: ПРЕДМЕТНО-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД

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

(Закінчення, початок у №2, №3 за 2002 р.)

### ПМК "Відеоінтерпретатор алгоритмів пошуку і сортування"

Розділ «Основи алгоритмізації і програмування» займає особливе місце в діючих навчальних програмах з дисципліни «Основи інформатики і обчислювальної техніки». Якщо інші її розділи розвивають знання, уміння 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 до програми 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 цього часу не існує єдиної думки щодо змісту цього розділу, ні загальноприйнятої навчально-орієнтованої системи програмування, яка підтримує практичні заняття з алгоритмізації і програмування.

Сучасна навчальна програма розділу "Основи алгоритмізації та програмування" [12] дає змогу вчителю самостійно обрати як навчальну мову програмування, так і в значній мірі самостійно визначити її дидактичне наповнення. Зокрема, учитель може обрати або об'єктно-орієнтовану, або структурну методологію алгоритмізації мови програмування Паскаль, Сі, 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 навчально-орієнтоване програмно-методичне забезпечення. Це повинно бути інтегроване середовище алгоритмізації, яке підтримує структурну методологію алгоритмізації у поєднанні з об'єктно-орієнтованими засобами побудови програмних систем.

Інтегроване середовище алгоритмізації повинно:

- 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 в розпорядження програміста всі засоби однієї з розповсюджених реалізацій ОО системи програмування (наприклад, Borland Pascal);

- бути простим у використанні та наочним у роботі;
- бути придатним до використання вчителем—для викладу навчального матеріалу, демонстрацій процесу розробки і виконання алгоритмів, швидкої перевірки властивостей алгоритмів, що написані учнями;
- бути придатним до використання учнями—для

практичних занять і лабораторних робіт; •містити у своєму складі все необхідне дидактичне і методичне забезпечення. Потрібно відзначити, що створення такого середовища—справа не одномоментна. Не слід чекати, що перша версія зразу ж вирішить усі 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.

Як першу версію 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 як центральна тема всього розділу.

Учитель інформатики буде використовувати електронний навчальний 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.

У 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 у BPW 7.0). У середовищі використовується компілятор BPW;
- має можливість писати програми—вихідні модулі демонстрацій (відеоінтерпретацій) з типами *Data* і *Index*. При цьому він повинен дотримуватися правил, які обмежують мовні засоби Паскалю. Відеоінтерпретатор створює модуль демонстрації, що виконується;
- може використовуватися спеціалізований редактор середовища програмування. 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.

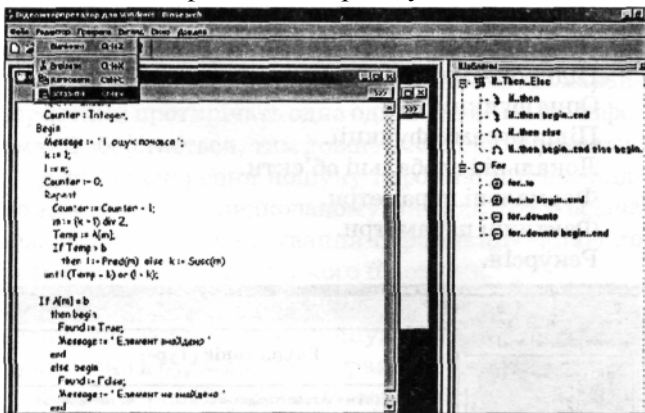


Рис. 5. Ілюстрація загального виду ПМК "Відеоінтерпретатор" у режимі "редактор"

У середовищі 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).

Колекція алгоритмів ПМК включає: алгоритми вибору і впорядкування, вибір мінімального з двох елементів, вибір мінімального з трьох елементів, вибір середнього з трьох елементів, вибір даного елемента з трьох, впорядкування двох елементів, впорядкування трьох елементів, впорядкування чотирьох елементів, алгоритми пошуку в масиві, пошук мінімального елемента в масиві, пошук даного елемента

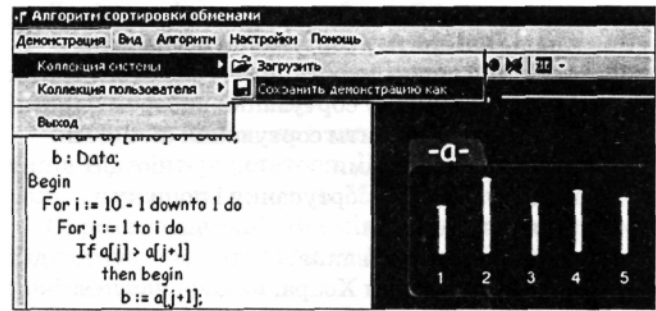


Рис. 6. Ілюстрація загального виду ПМК "Відеоінтерпретатор" у режимі "демонстрація"

в масиві, бінарний пошук даного елемента 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 є окремим додатком-гіпертекстом у спеціальному стандарті, який включає текстові фрагменти, графічні ілюстрації виконання алгоритмів, тексти вихідних модулів. Користувачеві надана можливість робити свої зауваження на полях Підручника. Такий екземпляр Підручника авторизований.

Доступ до Підручника можливий з операційної системи, Середовища ПМК "Відеоінтерпретатор", Середовища програмування, Середовища демонстрації—у стані очікування демонстрації або у стані переривання (тимчасової зупинки) демонстрації.

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

Можливий і контекстний доступ з підручника до середовища 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 зважування.

Ефективність алгоритму як кількість його кроків.

Задачі впорядкування.

Пошук у масиві.

Пошук елемента в масиві.

Лінійний пошук у масиві.

Бінарний пошук в упорядкованому масиві.

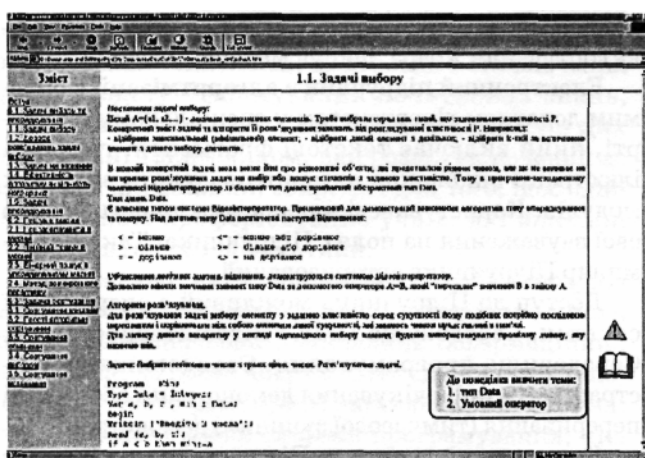
Метод асинхронного перегляду.

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-го елементу в масиві. Пошук медіани масиву.  
 Метод "поділяй і володарюй".  
 Спеціальні алгоритми сортування.  
 Метод цифрового сортування.  
 Сортування файлів. Алгоритм сортування злиттям.

Рис. 7. Ілюстрація загального виду електронного підручника



Електронний підручник—довідник з мови програмування Паскаль є окремим додатком-гіпертекстом у 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 є методично продуманим опорним конспектом відповідного навчального матеріалу, призначеним для використання на уроці інформатики як учителем, так і учнем. Необхідний матеріал узгоджений у змісті та термінології зі шкільним підручником [8] і доповнений описами об'єктних типів Data, Index, які використовують під час опису алгоритмів пошуку і сортування. Доступ до довідника із Середовища програмування і Середовища демонстрації організований так, як і до Підручника. Підручник пов'язаний з Довідником гіперпоєднаннями.

#### 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.

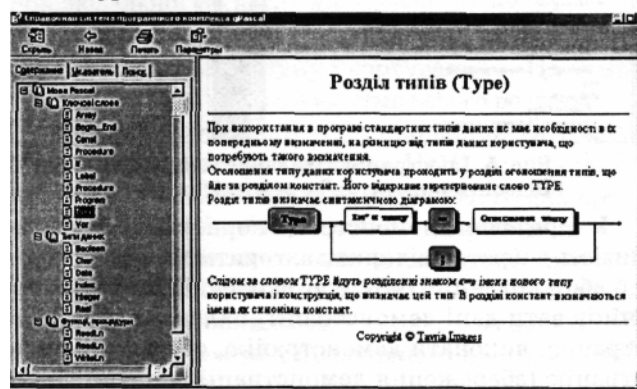


Рис. 8. Ілюстрація загального виду електронного довідника

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 численних 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 користувачеві.

Комп'ютерні системи, спеціально призначені для цих цілей, називають інформаційно-пошуковими системами. Інформаційно-пошукові системи, у свою чергу, є необхідною компонентою інформаційно-аналітичних систем. Останні призначені для аналізу знайденої інформації з метою прийняття того або іншого рішення. Насправді, для того, щоб людина змогла прийняти рішення на 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 у 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 довільної 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. У задачах пошуку і сортування, як у краплині води, відображується уся сутність процесу проектування й аналізу алгоритму. Тому задачі пошуку і сортування найбільш детально 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  $<$ ,  $<=$ ,  $>$ ,  $>=$ ,  $=$   $<>$ ;
- оператором присвоєння  $:=$  (операція копіювання).

Дані типу Data можуть бути об'єднані в одновірні та двовірні масиви. Індеси при цьому типізуються «за замовчуванням» як Index, їх зміна також інтерпретується системою.

Тип даних Index, як і тип Data, є стандартним з типів Відеоінтерпретатора. Дані типу Index—натуральні числа у діапазоні  $0 \dots \text{MaxIndex}$ .

Окрім власне типів Відеоінтерпретатора, 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 екрана) алгоритм над типом Data. Відеоінтерпретатор відображує на екрані процес виконання цього алгоритму, наочно інтерпретуючи операції Data, значення індексних виразів, логічних і цілих змінних. У 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 екрана Пам'ять у вигляді вертикального вузького циліндра, Data-масив—у вигляді рядка 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.

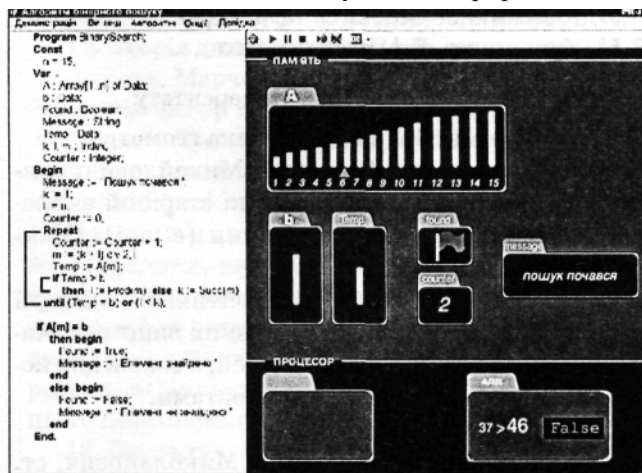


Рис. 9. ПМК Відеоінтерпретатор у режимі "Демонстрація алгоритму бінарного пошуку"

Користувач має можливість у процесі роботи змінювати 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 Угодами, які укладені між Науково-методи-

чним 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 предметне (проблемно) орієнтованими, ці продукти слід вважати першими версіями ПМК, призначеними для підтримки навчального процесу з математики і основ алгоритмізації та програмування в середніх навчальних закладах. Безумовно, експлуатація ПМК в школах України призведе до поліпшення в наступних версіях. Ми сподіваємося на плідне співробітництво з усіма організаціями та особами, які зацікавлені в упровадженні інформаційно-комунікаційних технологій в навчальних закладах України та нададуть свої зауваження та пропозиції, спрямовані 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., Сливаковский 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. *Сливаковский А.В.* Педагогические программные средства: объектно-ориентированный подход. // Информатика и образование. — 1990. — № 2. — С. 71-73.
3. *Сливаковский О.В., Крекнин В.А.* Линейная алгебра. Навч. посібник. — Херсон, 1997. — 148с.
4. *Сливаковский О.В., Львов М.С.* 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.: іл.
6. *Жалдак М.І., Вітюк О.В.* Комп'ютер на уроках геометрії: Посібник для вчителів. — К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2000. — 147С.: іл.
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. Е.* 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. — 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. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів "Основи інформатики та обчислювальної техніки", 2001 р.
13. *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.