

через групові форми роботи.

З вищезазначеного можна зробити висновок про неординарність, новизну та високий рівень науковості і дидактичну оригінальність методів “глибинної екології” в екологічній освіті та вихованні, бо забезпечується не тільки оволодіння учнем чи студентом певної суми знань біолого-екологічного змісту, а через зміст формуються психологічні, філософські, культурологічні екоатрибутивні переконання та фіксовані й усвідомлені форми системної поведінки, які загалом складають зміст екологічного мислення та свідомості людини.

ЛІТЕРАТУРА

1. 21-Программа действий (Повестка дня на 21 век и другие документы конференции Рио-де-Жанейро в популярном изложении) / Сост. М. Кинг. — Изд. центра “За наше будущее”. Женева: SRO-Kundig.S.A. — 1994. — 70 с.
2. Пустовіт Н.А., Білявський Г.О., Бровдій В.М. До концепції неперервної екологічної освіти та виховання в Україні / “Проблеми освіти”. Наук.-мет. збірник — К.: 1996. Вип. 4. — С. 5-12.
3. Сид Дж., Наесс А., Мэйси Дж. Думая как гора: на пути к совету всех существ. — М.: 1994. - 128 с.
4. Сила сопричастности / Под ред. Ю. Трофименко. — Чернигов: АХАЛАР, 1997. — 74 с.
5. Скребець В.О. Принцип адаптації у створенні нових психолого-педагогічних технологій екологічної освіти та виховання / Екологія, охорона природи, екологічна освіта і виховання. — Зб. стат. — Чернівці, 1996. — С. 122-132.

Василь ІВАСИК_(ЗМІСТ 224)

ВИБІР ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ТЕОРІЇ ГРАФІВ В СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ

Не дивлячись на вже достатньо тривалий період вивчення теорії графів в середній та вищій школах, проблема вибору програмних засобів для використання в учбовому процесі ще далека від бажаного рішення. Нижче піде мова про програми, які використовуються як для комп'ютерної підтримки викладання окремих питань теорії графів, так і в науковій роботі.

Слід зазначити, що ціль використання програмних засобів – не протиставлення нових інформаційних технологій традиційному характеру викладання теорії графів, а навпаки, мова йде про доповнення традиційного стилю новими технологіями. Ми вважаємо, що навіть в найбільш модернізованих варіантах викладання теорії графів комп'ютерні експерименти повинні поєднуватися з такими традиційними методами викладання як лекція, пояснення біля дошки, розв'язування задач з підручника і написання коротких програм, щоб виконати алгоритм і т.д.

На даний час розроблена значна кількість програмних засобів (ПЗ) з теорії графів: GraphLet [6], Group&Graphs [7], GraphModel, Petersen [3], CATBox [4], Graph [5], Colourful Mathematics [2], комп'ютерний підручник “Елементи теорії графів”, GRIN [8] та інші.

Коротко зупинимось на характеристиці найбільш поширених ПЗ.

Комп'ютерний підручник “Елементи теорії графів” (КП) [1] призначений для студентів технічних вузів. Цей підручник може бути використаний при вивченні дисциплін, які містять розділи дискретної математики.

КП складається з наступних розділів: вступ, основні поняття та означення, маршрути, цикли, зв'язність, дерева, перерахування, планарність, розбиття, ізоморфізм, оптимізаційні задачі на графах.

КП дозволяє реалізувати різноманітні режими та методики навчання.

Перший режим є імітаційним. В процесі вивчення використовуються різні динамічні компоненти, що дозволяють наочно ілюструвати матеріал. Наявність гіпертекстової структури дає можливість вивчати матеріал з різним ступенем деталізації в залежності від рівня підготовки користувача.

Другий режим дозволяє досліджувати методи, які зустрічаються при розв'язанні реальних задач. Підтримується можливість налагодження параметрів і інформаційного стикування взаємозв'язаних задач. Структура підручника дає змогу включати та використовувати програмні модулі, розроблені користувачами.

Третій режим забезпечує різноманітні форми контролю: самоконтроль, контроль з метою оцінки знань, рейтинг-контроль. Для цього підготовлено комплекти контрольних завдань диференційованої складності.

Структура підручника дозволяє використовувати його компоненти в лабораторному практикумі, курсовому та дипломному проектуванні.

Технічні засоби: комп'ютер типу IBM PC/286/386, VGA/SVGA монітор, MS DOS 3.3 і вище. Розробник: Таганрогський радіотехнічний інститут, 1994р.

Colourful Mathematics (CM) [2] – це набір освітніх математичних ігор для учнів та студентів різного віку. У вигляді цікавих ігор цей ПЗ представляє такі поняття теорії графів як проблема чотирьох кольорів, хроматичне число графа, домінуюче число графа.

Потрібно відмітити, що вище вказані поняття є досить складними і пов'язані з багатьма важливими задачами в інформатиці і різних галузях промисловості. Використання комп'ютера при розв'язуванні таких задач – значний крок вперед, але і це не дозволяє повністю подолати існуючі проблеми, що виникають при вивченні теорії графів. Пояснюється це тим, що на сьогодні не існує жодного ефективного алгоритму, який би дозволяв, наприклад, обчислити хроматичне число довільного графа за прийнятну кількість часу.

Предметом першої гри є проблема чотирьох фарб. Гравець повинен зафарбувати карту дотримуючись двох умов: 1) суміжні області повинні мати різні кольори; 2) використати найменшу кількість із запропонованих кольорів. В комплект гри входить 24 карти, поділені на кілька частин: перша складається із шести простих зображень, друга частина містить більшу кількість абстрактних математичних моделей, третя частина складається з набору географічних карт Канади, США, Європи, Африки та ін.

Друга гра призначена для ознайомлення з більш загальним поняттям графа – хроматичним числом. Користувач повинен зафарбувати вершини графа таким чином, щоб дві вершини, сполучені ребром, мали різні кольори. Найменше можливе число кольорів, що може при цьому використовуватися, називається хроматичним числом графа. Мета цієї гри полягає в тому, щоб наскільки можливо наблизитися до цього числа.

Третя гра відображає іншу важливу властивість графів – множину домінування. При старті гри доступний тільки один колір. Потрібно зафарбувати вершини графа таким чином, щоб кожна вершина була або зафарбована або з'єднана ребром із зафарбованою. Мета гри полягає в тому, щоб досягти цього, зафарбувавши найменшу кількість вершин. Найменша кількість вершин, зафарбованих таким чином, називається домінуючим числом графа.

З методичної точки зору, дана гра дозволяє учневі не просто ознайомлюватися з поняттями, а швидше пізнавати, експериментувати. Програма виконує тільки контроль за діями користувача. Такий підхід до вивчення понять розвиває в учнів математичне та наукове мислення.

Технічні засоби: комп'ютер типу IBM PC/286/386, VGA/SVGA монітор, MS DOS 3.3 і вище. Розробник: К. Лафламме, м.Калгарі, Канада.

CATBox ("C"ombinatorial "A"lgorithm "T"ool"box") [4] – це комплект програм для вивчення, дослідження понять та проблем теорії графів і комбінаторики.

Програма *CATBox* знайомить з:

1. Обчисленням хроматичного числа графа (для ребер) (Coledge).
2. Проблемою розфарбовування планарних графів (Colface).
3. Обчисленням хроматичного числа графа (для вершин) (Colnode).
4. Тестуванням заданого графа на планарність (Planar).
5. Різними алгоритмами розв'язання задачі комівояжера (Nacy).
6. Алгоритмом знаходження максимального паросполучення графа (Cmatch).
7. Проблемою Штейнера в будь-якому неорієнтовному графі (Steiner).
8. Алгоритмом знаходження максимального потоку в мережі (Flows).
9. Знаходженням найкоротшого шляху від заданої вершини графа до всіх інших (Paths).

Загальна ідея даного комплексу програм – унаочнення методів та алгоритмів розв'язання вище вказаних задач. Це можна зробити в одному із чотирьох режимів візуального виконання алгоритму:

1. В режимі "Окремий крок" наочно демонструється кожний крок алгоритму із

стислими коментарями. Для переходу від одного кроку до іншого потрібно натискувати довільну клавішу.

2. В режимі “Виконання із затримкою” наочно демонструється кожний крок алгоритму через певний проміжок часу. Користувач сам може встановити цей проміжок часу.

3. В режимі “Глобальний крок” – наочно демонструються вибрані кроки алгоритму. Для переходу від одного кроку до іншого потрібно натискувати довільну клавішу.

4. В режимі “Кінцевий результат” наочно демонструється кінцевий результат роботи алгоритму.

Для програми *CATBox* характерна розвинута система допомоги, в якій детально дано загальний опис проблем та алгоритмів, які реалізуються в даній програмі.

Програма призначена для вивчення теорії графів у вищих навчальних закладах.

Технічні засоби: комп’ютер типу IBM PC/286/386, VGA/SVGA монітор, об’єм пам’яті на ЖМД - 2 Мб (мінімум). Розробник: Інститут математики в м. Колонне, Німеччина, 1990р.

ПЗ *Graph* [5] дозволяє експериментувати з неорієнтовними графами без ваги: тестувати граф на планарність, зв’язність, дводольність; перевіряти, чи має граф ейлерів шлях або цикл, гамільтонів цикл, чи є граф деревом, чи має мости; автоматично будувати повні графи, дводольні повні, дерева та ін.; відображати степені вершин, матрицю інцидентності, доповнення до графу. Граф може мати до 26 вершин.

В програму вбудовано досить простий і зручний редактор графів, який дозволяє виконувати основні операції при побудові графу: додавати та знищувати вершини або ребра, з’єднувати вершини ребром.

Програма призначена для початкового вивчення теорії графів.

Технічні засоби: комп’ютер типу IBM PC/286/386, чорно-білий монітор, MS DOS 3.3 і вище. Розробник: кафедра математики Арізонського університету, США, 1994р.

Подібний набір функцій характерний також для програми *Petersen* [3]. Крім цього, ПЗ *Petersen* дозволяє задавати вагу ребер, знаходити каркаси мінімальної ваги, найкоротші шляхи, а також перевіряє, чи є два графи ізоморфні або чи один із графів є підграфом іншого.

Даний ПЗ дає можливість розв’язати наступні навчальні задачі:

- студенти отримують досвід використання комп’ютера як засобу дослідження понять, явищ і процесів;
- використання анімації, яку не можливо дублювати на шкільній дошці, дозволяє легко ілюструвати деякі поняття (концепції);
- автоматична побудова графів, які дуже важко або неможливо рисувати, дозволяє використовувати багато прикладів при поясненні нового матеріалу;
- ПЗ сприяє формуванню в студентів умінь і навичок математичного моделювання за допомогою комп’ютера.

Головна мета ПЗ – підвищити в студентів рівень досвіду вивчення математики за допомогою експерименту та дослідження з використанням комп’ютера.

Програма призначена для студентів, які починають вивчати теорію графів.

Технічні засоби: програма працює під управлінням Windows 3.1 або Windows 95. Розробник: К. Мавата, Канада, 1997р.

Система *Graphlet* [6] — об’єктно-орієнтований комплект інструментальних засобів для редагування графів і їх автоматичного рисування.

За допомогою *Graphlet* можна рисувати графи, які широко використовуються для моделювання комплексних структур типу діаграм, мереж, ієрархічних структур, потоків даних, структур даних, схем.

Редактор графів в *Graphlet* містить всі необхідні інструментальні засоби і методи для зручного маніпулювання графами. Сюди входять гнучкі форми та кольори для вершин і ребер, автоматичне розміщення ребер і позначок, опції та сценарії, які налагоджуються самим користувачем. Крім цього, *Graphlet* забезпечує інструментальні засоби, які надають користувачеві можливість задати свої алгоритми рисування графів. Така концепція допомагає поповнювати *Graphlet* новими функціями та алгоритмами.

За допомогою *Graphlet* можна перевірити граф на зв’язність, планарність. *Graphlet* зберігає графи в спеціальному форматі файлів для графів, який на даний час став стандартним

файловим форматом для систем, що рисують графи.

Програма призначена для наукових досліджень.

Технічні засоби: Windows NT Microsoft і Windows 95, робочі станції UNIX (SunOS, Solaris, Linux). Розробник: *Graphlet* є частиною великого проекту Automatic Graph Drawing¹, яким займаються університети Німеччини.

За результатами проведеного аналізу надамо рекомендації щодо використання ПЗ для вивчення окремих розділів та питань теорії графів (табл.1).

Таким чином, вибір програм для вивчення теорії графів досить широкий. Накопичений досвід знімає питання про те, використовувати чи не використовувати комп'ютерні технології в процесі навчання. Зараз все більше уваги звертається на питання як означені технології найбільш ефективно використовувати у цій галузі.

Вказані програми можуть ефективно використовуватися для таких педагогічних цілей: підвищення пізнавального інтересу до предмету; організація індивідуальної діяльності учнів; скорочення непродуктивних витрат часу на допоміжні роботи; розвиток творчої активності та здібностей учнів; підвищення унаочнення, виразності, доступності навчального матеріалу; моделювання за допомогою комп'ютера.

Таблиця 1

Розділ або тема курсу теорії графів	Програмний засіб
Основні поняття та визначення	КП "Елементи теорії графів", Graph Theory, Petersen.
Хроматичне число, проблема чотирьох красок, множина домінування	Colourful Mathematics, Petersen, CatBox
Дводольність	Petersen, КП "Елементи теорії графів"
Дерева, каркаси	Petersen, КП "Елементи теорії графів", Graph Theory
Планарність	CatBox, G&G, GraphLet, Graph Theory
Ізоморфізм	Petersen, G&G, КП "Елементи теорії графів"
Ейлерів та гамільтонів шляхи	Petersen, G&G, Graph Theory
Пошук в ширину та глибину	Petersen, CatBox
Найкоротший шлях	Petersen, CatBox
Задача комівояжера	CatBox
Максимальне паросполучення графа	CatBox, КП "Елементи теорії графів"
Максимальний потік	CatBox, КП "Елементи теорії графів"

Однак, доводиться констатувати, що вище розглянуті програми мають і деякі істотні недоліки: труднощі при освоєнні, так як інтерфейс користувача, контекстна допомога в основному на англійській мові; недоступність і нерозповсюдженість (більшість програм на даний час доступні лише через мережу Internet); початкова орієнтованість на фахівців високої кваліфікації в галузі теорії графів або на студентів вузів; для вивчення різних питань теорії графів потрібно використовувати різні програмні засоби, що не досить зручно; відсутність розроблених методик використання таких програм в навчальному процесі.

З цієї точки зору найбільш придатними для підтримки вивчення курсу елементів теорії графів в середніх навчальних закладах є програми Petersen та Graph Theory, комп'ютерний підручник "Елементи теорії графів".

З огляду на вищесказане, ми прийшли до висновку, що ПЗ може забезпечити найбільш ефективно вивчення елементів теорії графів в середній школі в тому випадку, коли він задовільняє таким вимогам:

– інтегрувати в собі такі модулі: редактор графів, який забезпечує зручну маніпуляцію графами; автоматична побудова різного типу графів; різні режими наочного виконання

¹ Automatic Graph Drawing (автоматичне отримання графа) - відносно нова область в інформатиці. Її завдання полягає в тому, щоб рисувати діаграми об'єктів і відношень між ними таким чином, щоб вони були простими для читання і розуміння. Прикладами такого застосування є анімація алгоритмів, даних, моделі потоку, ER-діаграми, візуалізація даних в археології або гірській промисловості.

алгоритмів; наочна демонстрація різних числових характеристик та властивостей графів; розв'язання типових задач з теорії графів (знаходження найкоротшого шляху, ейлерового та гамільтонового шляхів, максимального потоку тощо) з наочною демонстрацією кінцевого результату.

- наявність розвинутої системи підказки та допомоги не тільки про принципи роботи з програмою, але й про основні поняття, алгоритми та задачі теорії графів;
- забезпечений методичною літературою, яка пояснює як використовувати ПЗ в навчальному процесі. Бажано, щоб така література також містила достатню кількість вправ;
- інтерфейс користувача повинен бути україномовним;
 - орієнтованість на середні навчальні заклади або можливість адаптації для таких закладів.

Реалізація наведених положень призвела до створення автором дослідження нової програми GraphEla, призначеної для комп'ютерної підтримки вивчення елементів теорії графів в середніх навчальних закладах. Програма GraphEla, з однієї сторони, поєднує в собі переваги вище вказаних програм, з іншої, усуває їх деякі характерні недоліки.

Комп'ютерна підтримка вивчення елементів теорії графів може дати значний педагогічний ефект, полегшуючи, розширюючи і поглиблюючи вивчення і розуміння методів теорії графів на відповідних рівнях в середніх навчальних закладах. Використання ПЗ дасть змогу вчителю значно інтенсифікувати спілкування його з учнями та учнів між собою, більше уваги приділити постановці задач, побудові їх графових моделей, розробці та дослідженню методів розв'язання задач, дослідженню розв'язків, виявленню закономірностей, яким підкоряються досліджувані процеси і явища, перекласти на комп'ютер рутинні, чисто технічні операції. Вчитель може із значно меншими витратами часу перевірити цей результат чи результати виконання домашніх завдань, типових розрахунків тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

<http://brain.riis.ru/windows/ps/h273026.html>
<http://archives.math.utk.edu/software/msdos/discrete.math/clrmath/>
<http://www.utc.edu/~cpmawata/petersen>
<http://archives.math.utk.edu/software/msdos/discrete.math/catbox/>
<http://archives.math.utk.edu/software/msdos/discrete.math/graph/>
<http://www.fmi.uni-passau.de/Graphlet>
<http://130.179.24.217/G&G/G&G.html>
<http://sgu.ssu.runnet.ru/english/personal/pech v.htm>

Ольга КОРЧЕВСЬКА_(ЗМІСТ 224)

Система завдань підвищеної трудності та її використання на уроці математики в початкових класах

Важливим завданням сучасної української національної школи є формування в учнів творчого потенціалу навичок самостійної пізнавальної діяльності, і здатності використовувати знання на практиці. У розвитку названих якостей особистості молодшого школяра велике значення має розв'язування задач на уроці математики. Проте задач, які передбачені програмою навчання у 1-4 класах, не достатньо для всебічного математичного розвитку дітей. Тому виникає потреба ввести у навчання задачі, які активізують розумову діяльність школярів, задачі підвищеної трудності. У стабільних підручниках з математики це питання до деякої міри реалізоване за допомогою введення у кожний урок позапрограмових задач.

Вивчення досвіду роботи вчителів за цими підручниками показує, що в реальному навчальному процесі завдання підвищеної трудності нерідко використовуються епізодично, безсистемно, з недостатнім врахуванням вікових особливостей учнів і дидактичної ситуації на уроці. Багато вчителів не достатньо володіє методикою розв'язування завдань підвищеної трудності. Причиною цього, на наш погляд, є відсутність науково обґрунтованої системи завдань підвищеної трудності, методики використання такої системи на уроці.

Система завдань підвищеної трудності нами розроблялася на основі аналізу стабільних