

Отже, дана проблема потребує подальшого вивчення, а проектування хмаро орієнтованого навчального середовища є одним із пріоритетних напрямків розвитку педагогічних систем навчання і виховання людини.

Література

1. Биков В. Ю. Теоретико-методологічні засади створення і розвитку сучасних засобів та е-технологій навчання / В. Ю. Биков // Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992–2002 : зб. наук. праць до 10-річчя АПН України / Академія педагогічних наук України. – Частина 2. – Х. : ОВС, 2002. – С. 182-199.
2. Биков В. Ю. Навчальне середовище сучасних педагогічних систем / В. Ю. Биков // Професійна освіта: педагогіка і психологія: Україно-польський журнал. [за ред.: І. Зязюна, Н. Ничкало, Т. Левовицького, І. Вільш] – Вид. IV. – Ченстохова : Вид-во Вищої Педагогічної Школи у Честохові, 2004. – С. 59-80.
3. Биков В. Теоретико-методологічні засади моделювання навчального середовища педагогічних систем відкритої освіти / В. Биков // Наукові записки. – Випуск 77. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2008. – Частина 1. – С. 3-12.
4. Литвинова С. Г. Поняття й основні характеристики хмаро орієнтованого навчального середовища середньої школи [Електронний ресурс] / С. Г. Литвинова // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2014. – №2 (40). – С. 26-41. – Режим доступу: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/970/756>.
5. Кулюткин Ю. Образовательная среда и развитие личности / Ю. Кулюткин, С. Тарасов // Образовательная среда как средство социализации личности : сб. материалов IX регион. науч.-практич. конф. учащейся и студ. молодежи, Брест, 16 марта 2012 г. / Брест. гос. ун-т имени А. С. Пушкина; редкол.: М. П. Михальчук, Е. Ф. Сивашинская. – Брест: БрГУ, 2013. – 146 с.
6. Шишкіна М. П. Хмаро орієнтоване освітнє середовище навчального закладу: сучасний стан і перспективи розвитку досліджень [Електронний ресурс] / М. П. Шишкіна, М. В. Попель // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2013. – №5 (37). – С. 66-80. – Режим доступу до журн. : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/903/676>.
7. Стрюк А. М. Система хмаро орієнтованих засобів навчання як елемент інформаційного освітньо-наукового середовища ВНЗ [Електронний ресурс] / А. М. Стрюк, М. В. Рассовицька // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2014. – №4 (42). – С. 150-158. – Режим доступу до журн. : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1087/829>.
8. Рассовицька М. В. Система хмаро орієнтованих засобів навчання інформатичних дисциплін студентів інженерних спеціальностей / М. В. Рассовицька // Хмарні технології в освіті : матеріали Міжнародного семінару (Київ – Кривий Ріг – Черкаси – Харків – Луганськ – Херсон – Чейні, 26 грудня 2014 р.). – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2014. – С. 34-36.
9. Вакалюк Т. А. Необходимость использования облачных технологий в профессиональной подготовке бакалавров информатики / Т. А. Вакалюк // Вестник Тульского государственного университета. Серия: Современные образовательные технологии в преподавании естественнонаучных дисциплин. – Вып. 12. – Тула : Изд-во ТулГУ, 2013. – С. 177–181.
10. Вакалюк Т. А. Необходимость створення хмаро орієнтованого навчального середовища для підготовки бакалаврів інформатики / Т. А. Вакалюк // Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України : Матеріали наукової конференції. – Київ : ПТЗН НАПН України, 2014. – С. 9-11.

Нестерова О.Д.

Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова

Використання Wolfram Demonstrations Project у навчанні дискретної математики

Важливою складовою процесу комп'ютеризації та інформатизації освіти, побудови інформаційного суспільства є впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний процес, зокрема, у вищій школі. Інформатизація – один із ключових факторів розвитку науки, освіти, культури, економіки; спрямовується на розвиток інтелектуального потенціалу студентів, удосконалення форм і змісту навчального процесу, впровадження комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання. Розв'язання цього питання надає можливість виконувати замовлення суспільства на підготовку фахівців, які спроможні застосовувати новітні технології у професійній діяльності та повсякденному житті.

Проблеми інформатизації та реформування системи освіти досліджували В. Ю. Биков, А. П. Єршов, Ю. В. Горошко, М. І. Жалдак, В. І. Ключко, О. А. Кузнєцов, Ю. І. Машбиць,

В. М. Монахов, Н. В. Морзе, С. А. Раков, Ю. С. Рамський, І. В. Роберт, С. О. Семеріков, Ю. В. Триус, С. М. Яшанов та інші.

На особливу увагу заслуговує процес підготовки вчителя інформатики, оскільки, за наявного стану інформатизації навчального процесу саме на нього лягає основне навантаження стосовно впровадження засобів інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний процес школи, добору і розробки педагогічних програмних засобів та їх педагогічно виваженого використання у процесі навчання різних навчальних предметів, організації телекомунікаційних проектів, створення умов для формування інформатичних компетентностей учнів [1].

Питання професійної підготовки вчителя інформатики досліджували В. Ю. Биков, Л. І. Білоусова, Т. В. Добудько, М. І. Жалдак, Е. І. Кузнецов, О. А. Кузнецов, М. П. Лапчик, Н. В. Морзе, С. А. Раков, Ю. С. Рамський, З. С. Сейдаметова, Є. М. Смірнова-Трибульська, О. В. Співаковський, О. М. Спірін, Т. В. Тихонова, Ю. В. Триус та інші.

Важливу роль відіграє використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій в фундаменталізації знань, різносторонньому і ґрунтовному вивченні відповідної предметної галузі, формуванні знань, необхідних для обґрунтованого пояснення причинно-наслідкових зв'язків досліджуваних процесів і явищ, пізнання законів реальної дійсності. Фундаментальні знання мають важливе значення для прикладних досліджень, а потреби повсякденної виробничої практики викликають і стимулюють відповідну пізнавальну діяльність, спрямовану на розкриття законів фундаментального характеру [2].

Інформатизація системи освіти та фундаменталізація змісту навчання спричинюють не тільки появу нових способів діяльності, але й глибокі зміни у науці. Для сучасної математичної науки є характерним значне підвищення інтересу до скінчених математичних структур. Дискретна математика – галузь математики, де вивчаються такі структури, є складовою математичного апарату інформатики, обчислювальної техніки, теоретичною основою програмного забезпечення для сучасних комп'ютерів. Володіти її методами мають фахівці в галузі інформатики, прикладної математики, економіки, теоретичної фізики, соціології, математичної лінгвістики тощо.

Під час навчання в педагогічному університеті студенти інформатичних спеціальностей вивчають та досліджують велику кількість класичних алгоритмів розв'язування прикладних задач, які розглядаються в інформатиці, оскільки їм доводиться готувати учнів до олімпіад, навчати програмування, елементів моделювання. Студент має розв'язати багато задач самостійно, щоб вміти відрізнити легку задачу від складної, знати різні способи і методи її розгляду, обирати найкращі з них, якщо такі існують. Значну кількість таких алгоритмів вивчають у курсі дискретної математики.

Межі дисципліни чітко не окреслені. Дискретну математику вивчають представники більшості спеціальностей різних університетів. Традиційно навчають математичної логіки та теорії алгоритмів, комбінаторного аналізу, теорії графів. Майбутні вчителі інформатики вивчають також елементи лінійного, зокрема, цілочисельного програмування, елементи теорії матричних ігор, мережевого планування й управління, оптимізаційні задачі на скінчених множинах і графах, комбінаторну оптимізацію. Розглядувані в ній задачі зводяться до визначення ефективного розподілу ресурсів, що використовуються для пошуку найкращого в деякому розумінні розв'язку. Значна частина алгоритмів розв'язування таких задач є в теорії лінійного програмування, теорії графів. Прикладами є задачі: комівояжера, Дейкстри, Флойда-Уоршелла, Прима-Краскала, Штейнера, Форда-Фалкерсона, пакування рюкзака, розкрою, про призначення, розміщення, знаходження остовних дерев мінімальної довжини, парсполучень, критичного шляху та резерву часу подій в мережах тощо.

У процесі навчання цих та інших тем доцільно використовувати засоби сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, прикладне програмне забезпечення спеціального призначення, системи комп'ютерної математики. Їх використання важливе не стільки для отримання числового розв'язку задачі, скільки для формулювання проблем, постановки задач, побудови зразків проблемних ситуацій, покрокової демонстрації виконання алгоритмів, унаочнення та ілюстрації процесу розв'язування, в посиленні інтересу студентів до навчального матеріалу та зацікавленості розв'язувати задачі, для розвитку їх дослідницьких вмінь, творчого підходу до використання засобів сучасних технологій. Перед студентами постають і є вирішуваними багато зовсім інших задач, ніж раніше.

Кількість різноманітних засобів сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, що можуть бути впроваджені у навчальний процес вищої школи, досить велика. Вивчення можливостей їх раціонального використання в гармонійному поєднанні з традиційними технологіями навчання та доцільне використання в процесі навчання дискретної математики дає викладачеві змогу обрати те чи інше програмне забезпечення за певними критеріями. Навчання має здійснюватися через розв'язування доцільно дібраних задач. За методикою такого навчання передбачається, що запропоновані завдання мають бути комп'ютерно-орієнтованими.

З 1988 року популярною та часто використовуваною фахівцями з різних галузей знань є система комп'ютерної математики «Mathematica» виробника Wolfram Research. Це приватна компанія, що розробляє програмне забезпечення. Розширюють цю систему: Wolfram Workbench (середовище розробки пакетів), Mathematica Link for Excel (обмін даними з Excel), gridMathematica (можливість паралельних обчислень за допомогою Mathematica), webMathematica (створення динамічного контенту веб-сайтів). У 2007 році запущено Wolfram Demonstrations Project (візуалізація ідей галузей науки), у 2009 році – веб-сайт Wolfram | Alpha (містить великі обсяги обчислювальних даних в доповнення до семантичного індексування тексту), у 2012 році – програма фінансового аналізу Wolfram Finance Platform (велика кількість аналітичних моделей, методів оптимізації, ймовірносних розподілів). Wolfram Research підтримує кілька безкоштовних веб-сайтів, у тому числі енциклопедії MathWorld і ScienceWorld. Випускає Wolfram CDF Player (безкоштовна програма для відтворення так званих блокнотів системи Mathematica) [3].

У процесі навчання майбутніх вчителів інформатики, в тому числі дискретної математики, в тій чи іншій мірі можна використовувати ці пакети. Система «Mathematica» з її величезною бібліотекою алгоритмів – світовий лідер серед пакетів символічної математики. Питання її доцільного використання в освіті безперечне. Разом з тим цей програмний продукт комерційний, його використання потребує певної підготовленості, у тому числі знання правил опису команд та відповідного синтаксису. Актуальним є питання дослідження можливостей використання цієї системи у навчанні дискретної математики бакалаврів інформатики.

Використання веб-сайту Wolfram | Alpha позбавляє студентів від маси рутинних обчислень, яких інколи надто багато в алгоритмах (наприклад, в задачах прямого перебору), і звільняє час для обґрунтування методів та обдумування алгоритмів розв'язування задач, подання результатів у найбільш наочній формі. В дискретній математиці розв'язування багатьох задач трудомістке, потребує сотень і тисяч одноманітних обчислень. За допомогою Wolfram | Alpha операції виконуються за секунди. Вивільнений час можна використати для більш глибокого вивчення математичної суті завдань та їх розв'язування за різними методами.

Розглянемо приклади застосування засобів сучасних інформаційних технологій у навчанні дискретної математики майбутніх вчителів інформатики на прикладі Wolfram Demonstrations Project.

Призначення сайту – ознайомити якомога більшу кількість людей з обчислювальними дослідженнями. Він складається з відкритої колекції невеликих програм, які називаються демонстраціями. За їх допомогою візуалізують різні ідеї, способи та алгоритми розв'язування різноманітних проблем з багатьох галузей науки. На момент запуску в 2007 році сайт містив 1300 демонстрацій, а на кінець 2014 року їх число перевищило 9800.

Демонстрації запускаються в «Mathematica 6» і вище та в Wolfram CDF Player, який є безкоштовною модифікацією «Mathematica», доступний для Windows, Linux і Macintosh, може використовуватися як плагін браузера. Вони складаються з користувацького інтерфейсу, безпосередньо пов'язаного з графікою або візуалізацією, який динамічно змінюється у відповідь на такі дії користувача, як переміщення полоси прокрутки, графічного елемента та натискання кнопки. До кожної програми додається короткий опис поданої ідеї, демонстрація її реалізації, відкритий вихідний код. Вони можуть бути створені будь-яким користувачем системи «Mathematica 6», вільно публікуються та завантажуються. Співробітники Wolfram Research здійснюють їх експертну перевірку та забезпечують користувачів авторськими засобами [4].

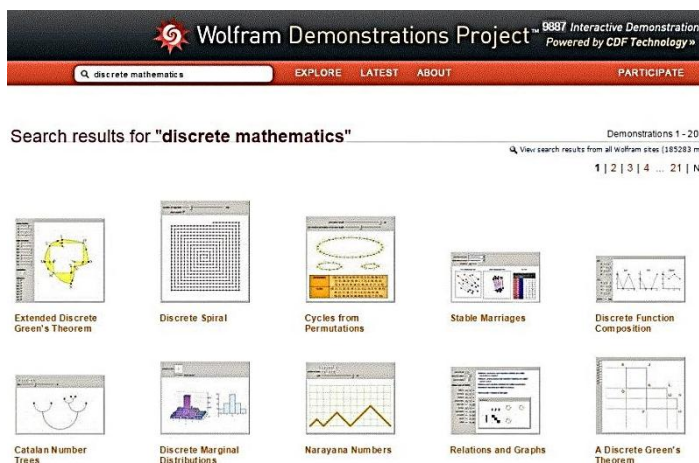


Рис. 1

На сайті містяться відомості з природничих та комп'ютерних наук, математики, мистецтва, біології, фінансів. Він призначений для викладачів, студентів та дослідників, які хочуть продемонструвати свої ідеї публіці.

Доступ до сайту здійснюється за відповідним посиланням, наведеним в [5]. Інтерфейс англomовний, але це не перешкода для людей, які не знають мови. У браузері можна під'єднати перекладач. З його допомогою здійснюється автоматизований переклад веб-сторінки на потрібну мову.

Для відшукування демонстрацій за певною тематикою треба обрати посилання на галузь науки у вікні BROWSE TOPICS (теми для перегляду) або у рядку пошуку SEARCH ввести запит англійською мовою. Наприклад, discrete mathematics.

Результат пошуку: знайдено 401 демонстрацію. Їх список подається разом з графічним зображенням.

Розглянемо приклади використання демонстрацій у процесі навчання дискретної математики студентів інформатичних спеціальностей.

Приклад 1.

В процесі навчання елементів комбінаторного аналізу студенти вивчають рекурентні співвідношення. На лекційному занятті доцільно навести відомі головоломки, які до них приводять. Наприклад, задача Леонардо Пізанського про розмноження кролів, Едуарда Люка про ханойські вежі, Іосифа Флавія про воїнів. Повідомлення цих фактів підсилює інтерес до вивчення теми, формує у студентів елементи інформаційної культури, допомагає їм краще зрозуміти суть методу рекурентних співвідношень, полегшує процес їх складання. Важливим методичним аспектом є унаочнення процесу розв'язування. Використання комп'ютера вивільняє час, який витратив би викладач для зображення відповідних схем на дошці. Це надає можливість розв'язати не одну, а кілька задач на занятті.

За використання демонстрацій Wolfram Demonstrations Project візуалізується увесь процес розв'язування у динаміці. Є можливість обрати швидкість та режим покрокового виконання (ручне управління за допомогою відповідних кнопок або автоматизований показ), зупинити показ, читати коментар. Можна змінювати кількість об'єктів відомої класичної задачі.

За допомогою програми **Towers of Hanoi** демонструється процес перекладання дисків з першого стержня на останній так, щоб диски більшого діаметра не знаходилися вище, ніж диски меншого діаметра, і потрібно знайти мінімальну кількість таких перекладань.

На рис. 2 подано зображення виконання другого кроку процесу з трьома стержнями та вісьмома дисками. На рис. 3 – дванадцятий крок процесу з чотирма стержнями та шістьма дисками. Є можливість обрати від 3 до 5 стержнів та від 3 до 8 дисків. Під час виконання процесу вказується кількість виконаних кроків.

Для ситуації на рис. 2 треба виконати 255 кроків, на рис. 3 – 17 кроків.

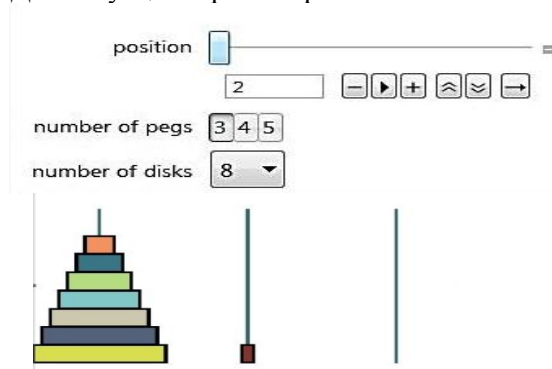


Рис. 2

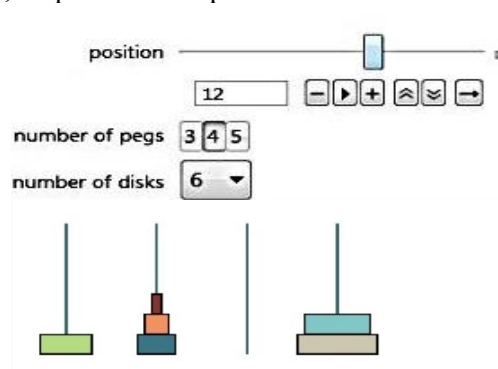


Рис. 3

Зображати на занятті на дошці таку кількість кроків немає сенсу. Переглядання демонстрації допомагає висунути гіпотезу щодо розв'язування задачі. Розглянемо випадок для трьох стержнів та n дисків.

Позначимо число перекладань через T_n . Перекладемо вежу з $n-1$ диска на другий стержень, для цього знадобиться T_{n-1} перекладань, далі перекладемо n -й диск на третій стержень – знадобиться одне перекладання, далі перекладемо вежу з $n-1$ диска на третій стержень – знадобиться T_{n-1} перекладання. Всього треба виконати $T_n = 2 \cdot T_{n-1} + 1$ перекладань.

Перевірку складеного рекурентного співвідношення можна здійснити так:

- 1) подивитися кількість виконаних кроків демонстрації у рядку POSITION (для випадку на рис. 2 буде вказано 256 кроків, а не 255, бо стартова позиція демонстрації має перший номер);
- 2) виконати обчислення на дошці (в зошиті) за знайденим виразом: $T_8 = 2 \cdot T_7 + 1$, $T_7 = 2 \cdot T_6 + 1$,
 $T_6 = 2 \cdot T_5 + 1$, $T_5 = 2 \cdot T_4 + 1$, $T_4 = 2 \cdot T_3 + 1$, $T_3 = 2 \cdot T_2 + 1$, $T_2 = 2 \cdot T_1 + 1$, $T_1 = 1$;
 $T_2 = 3$, $T_3 = 7$, $T_4 = 15$, $T_5 = 31$, $T_6 = 63$, $T_7 = 127$, $T_8 = 255$;
- 3) використати послуги системи комп'ютерної математики або веб-сервісу, наприклад, Wolfram | Alpha, і знайти числове значення:

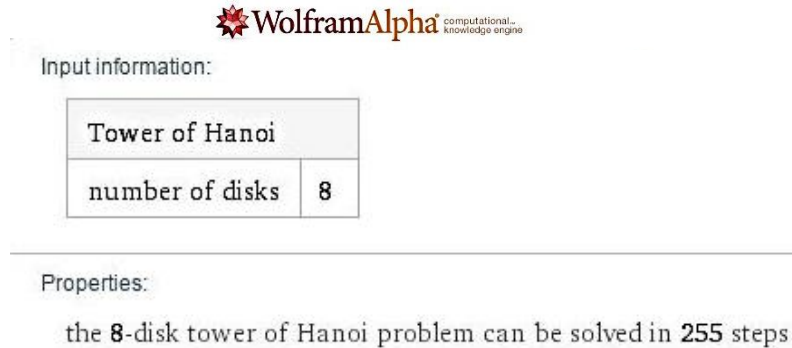


Рис. 4

На лекційному занятті перевагу можна надати першому способу.

За програмою **Fibonacci Rabbits** ілюструється процес розв'язування відомої задачі про розмноження кролів, яка приводить до рекурентного співвідношення, яким задаються числа Фібоначчі. Стрілками, які орієнтовані донизу, вліво та вправо трьох різних кольорів і визначають відповідно пару кролів, яка через місяць стане зрілою; «старі» пари, які народилися раніше і продовжують своє існування; пари, які дали приплід цього місяця.

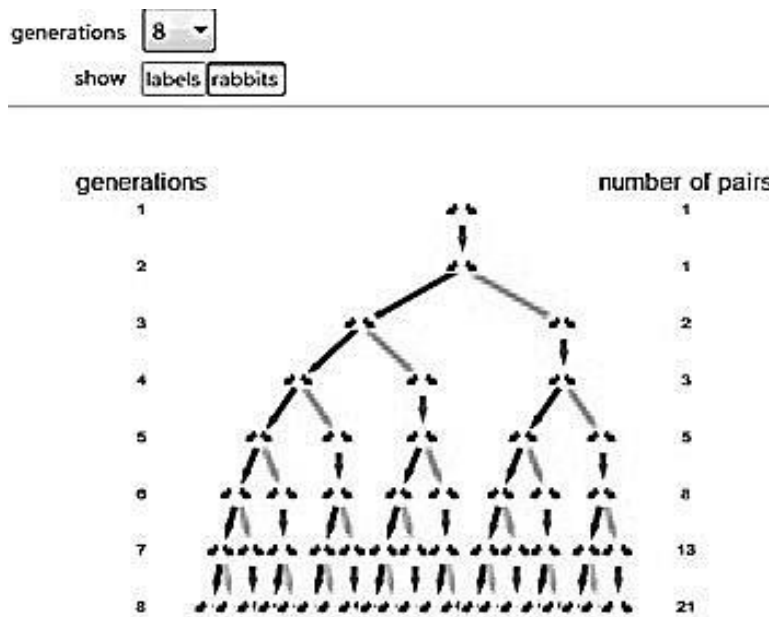


Рис. 5

Приклад 2.

У розділі «Елементи теорії графів» студенти вивчають алгоритми пошуку на графі у ширину та в глибину. Алгоритми невеликі, нескладні. Цей навчальний матеріал можна запропонувати для самостійного опрацювання. Певні труднощі полягають у тому, що матеріал недостатньо ілюстрований конкретними прикладами у спеціальній літературі. Зазвичай дається лише словесний опис алгоритмів. Без ілюстрацій важко розібратися у сутності задачі та порівняти алгоритми її розв'язування.

За програмою **Graph Searching: Breadth First and Depth First** (Breadth – ширина, Depth – глибина) ілюструється процес обходу графа під час виконання алгоритму пошуку в ширину (рис. 7) та в глибину (рис. 8).

Обираємо метод, число кроків алгоритму, швидкість та режим перегляду покрокового виконання (рис. 6). Без зазначення описів алгоритмів надамо кілька слайдів їх виконання.

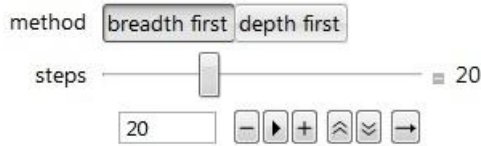


Рис. 6

Виконаємо 20 кроків кожного з алгоритмів. Пройдені ребра графа зображаються жирною лінією іншого кольору.

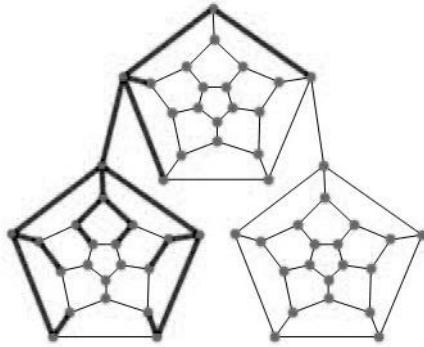


Рис. 7

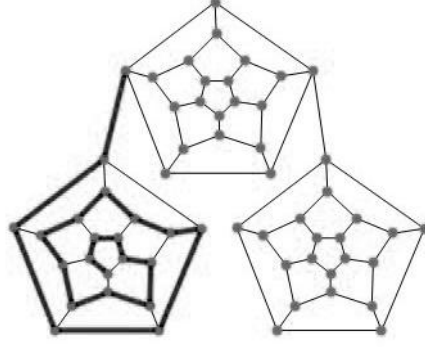


Рис. 8

Приклад 3.

В курсі дискретної математики студентів навчають багатьох оптимізаційних алгоритмів на скінчених множинах і графах, які можуть бути застосовані до розв'язування великої кількості задач практичного змісту. Такі задачі в різних інтерпретаціях містяться в олімпіадних завданнях з інформатики. Вчитель має знати їх формулювання, методи розв'язування, оцінки точності алгоритмів. Одна з них – задача про рюкзак. Її модифікації виникають в прикладній математиці, економіці, криптографії, генетиці, логістиці. Така назва пов'язана з задачею про упакування якомога більшої кількості речей у рюкзак за умови, що загальна вага (об'єм) речей, що можуть розміститися в рюкзак, обмежена.

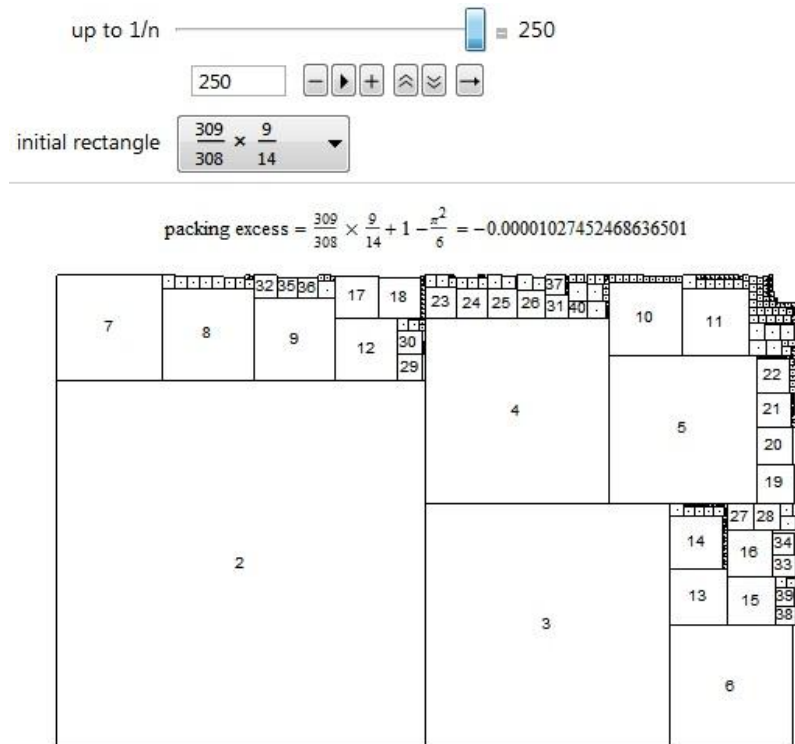


Рис. 9

За допомогою **Packing Squares with Side $\frac{1}{n}$** ілюструється процес заповнення прямокутника квадратами зі сторонами $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \dots, \frac{1}{n}, n \rightarrow \infty$ так, щоб між квадратами, за можливості, не

залишалося вільного місця. Постановка проблеми: чи можна здійснити таке «упакування» прямокутника? Задача проста чи складна?

Сторони прямокутника можна обирати з тринадцяти значень. Найменший з них $\frac{5}{6} \times \frac{5}{6}$, найбільший – $\frac{143107}{110947} \times \frac{1}{2}$.

Під час покрокового виконання алгоритму можна проаналізувати стратегію заповнення прямокутника квадратами. Їх багато. Ці питання студенти вивчатимуть у курсі програмування. Також доцільно розглянути гіпотезу про те, що здійснити таке наповнення неможливо. З рис. 9 видно, що виконано 250 кроків, прямокутник квадратами заповнений не повністю, а додавання нового квадрата ситуацію вже не змінить. Доцільно повідомити студентам, що задачу про рюкзак можна розв'язувати за вже відомими з курсу дискретної математики методами: простого перебору, меж і розгалужень, за «жадібним» алгоритмом та іншими. Жоден з них не гарантує оптимального розв'язку або не застосовний для всіх наборів даних.

Під час розв'язування задачі завжди треба обирати між точними алгоритмами, які не застосовні для «великих» рюкзаків, і наближеними, які виконуються швидко, але їх використання не забезпечує оптимального розв'язку задачі. Разом з тим створення швидкого і достатньо точного алгоритму становить великий інтерес.

Наведемо без детальних пояснень приклади ще кількох зображень з інших демонстрацій Wolfram Demonstrations Project, які можуть бути корисними у процесі навчання дискретної математики студентів інформатичних спеціальностей.

Number of Handshakes

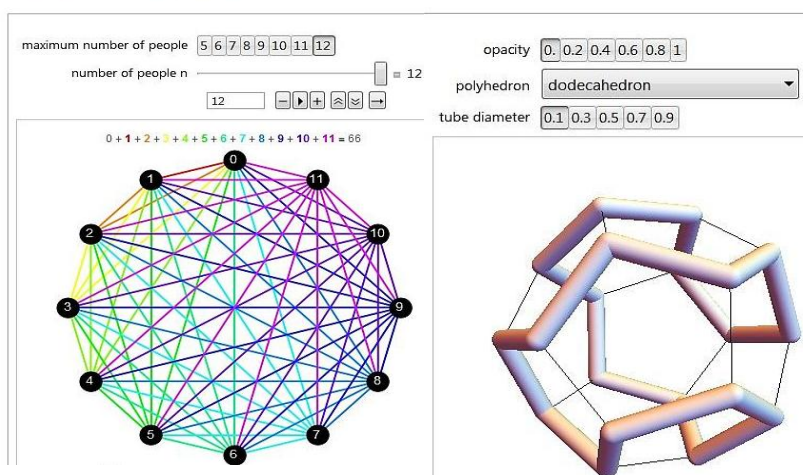


Рис. 10

Hamiltonian Tours on Polyhedra

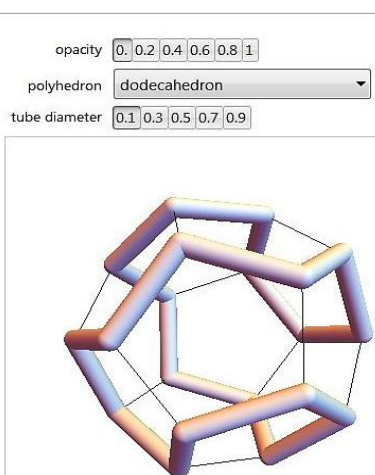


Рис. 11

Лемма про рукоштовкання (рис. 10), гамільтонові графи (рис. 11), задача комівояжера (рис. 12), елементи теорії ігор.

Finding the Shortest Traveling Salesman Tour

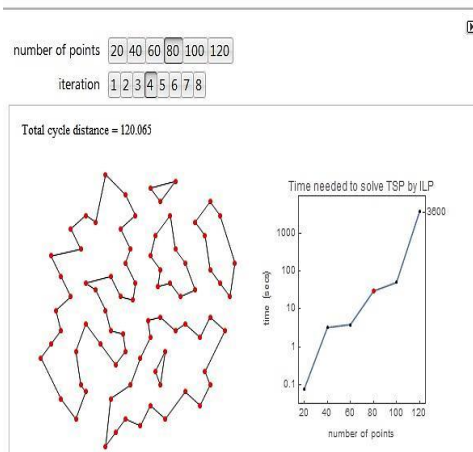


Рис. 12

Nash Equilibria in 3x3 Games

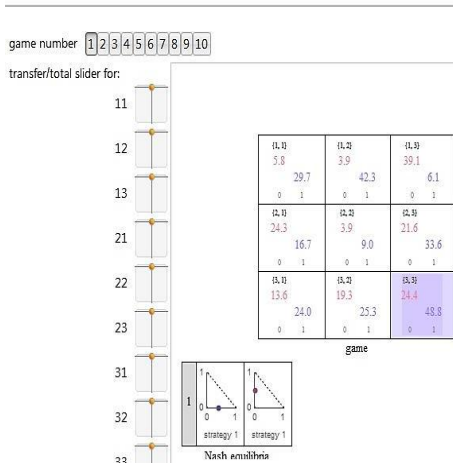


Рис. 13

Використання пакету Wolfram Demonstrations Project у навчальному процесі надає можливість переглядати у динаміці виконання алгоритмів розв'язування задач дискретної математики, що значно полегшує розуміння їх сутності, моделювання досліджуваних явищ, допомагає процесу висунення гіпотез; надає можливість здійснювати дослідження та перевірку результатів; сприяє посиленню інтересу студентів до вивчення дисципліни та формуванню фахових компетентностей.

Література

1. Жалдак М. І., Рамський Ю. С., Рафальська М. В. Модель системи соціально-професійних компетентностей вчителя інформатики. // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2: комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. – К.: НПУ імені М. П. Драгоманова., 2009. – №7(14) – С. 3-10.
2. Жалдак М. І. Система підготовки вчителя до використання інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 2: комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова., 2011. – №11(18) – С. 3-16.
3. Wolfram Research [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Wolfram_Research.
4. Wolfram Demonstrations Project [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Wolfram_Demonstrations_Project.
5. Wolfram Demonstrations Project [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://demonstrations.wolfram.com>.

Костюченко А.О.

Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г.Шевченка

Особливості створення педагогічних програмних засобів математичного спрямування

В процесі створення педагогічного програмного засобу (ППЗ), який буде використовуватися в межах деякої предметної галузі, розробник має розумітися на термінах, поняттях, правилах, методах опрацювання даних, що стосуються цієї предметної галузі.

Можна визначити кілька особливостей, які необхідно враховувати під час створення математичних ППЗ а саме:

- наявність відповідних математичних знань у розробника;
- можливість обчислення за допомогою ППЗ значень заданих користувачем математичних та логічних виразів;
- можливість проведення символічних обчислень за допомогою ППЗ;
- врахування похибок обчислень;
- виведення математичних виразів в “природному” поданні;
- виконання графічних побудов.

Необхідною умовою створення математичних ППЗ є наявність у студента чи викладача, який буде створювати таке ППЗ, необхідної бази математичних знань з відповідної предметної галузі.

Під час використання математичних ППЗ у більшості випадків користувачеві необхідно працювати з математичними та логічними виразами, заданими власноруч. В зв'язку з чим постають задачі опрацювання цих виразів. Такими задачами можуть бути:

- обчислення значень математичних виразів з конкретними числовими значеннями (наприклад, $2+5*\sin(30)$);
- обчислення значень функцій від однієї змінної (наприклад, $\sin(x)+\cos(x)$, $x*\sin(x)+5$) для заданого значення аргумента;
- визначення істинності чи хибності логічних виразів (наприклад, $\sin(3+5)>0$, $(\sin(x)<\cos(x))$ or $(\cos(x)>0)$) і для заданих значень змінних.

Для опрацювання такого виразу необхідно здійснити синтаксичний аналіз текстового рядка, де міститься вхідний вираз, і перетворення текстових даних в спеціальну форму запису. Таке перетворення можна реалізувати кількома методами, серед яких: подання виразу у формі Бекуса-Наура, метод рекурсивного спуску та подання виразу у формі польського запису (у польській нотації) чи польського інверсного (зворотного) запису.

Більш детально зупинимося на використанні форми польського запису та форми польського інверсного запису, які є легшими для розуміння та реалізації. Форма запису має назву «польський запис» на честь польського логіка Яна Лукасевича, яку він винайшов в 1920 році, щоб спростити логіку висловлювань. Польська інверсна форма запису була розроблена Чарльзом Хембліном в