МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ АЛГОРИТМОВ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ

О. О. Пронжилло

Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка
Минск, Беларусь
E-mail: olga_by@rambler.ru

В статье рассматриваются методические подходы к использованию компьютерных технологий в преподавании таких разделов дискретной математики, как комбинаторика, теория графов, математическая логика. Приведены примеры используемых компьютерных программ с кратким описанием их основных возможностей.

Ключевые слова: дискретная математика, теория графов, комбинаторика, математическая логика, компьютерные программы, учебный курс.

Развитие глобального процесса информатизации общества ставит перед системой образования важнейшую проблему профессиональной подготовки специалиста в условиях информационного общества. Повышение степени фундаментальности образования приводит к пересмотру существующих подходов в подготовке будущего учителя информатики.

В настоящее время математика находится на этапе синтеза практического и теоретического способов систематизации, сущность которого состоит в увеличении доли конструктивных рассуждений по сравнению с экзистенциальными (различными типами рассуждений от противного). Все чаще возникает потребность в доведении результатов до предъявления конкретных расчетных процедур, и анализировать алгоритмический компонент этих процедур. Происходит изменение соотношения дискретной и «непрерывной» математики.

Происходящие перемены в математике и в сфере математического образования повлекли пересмотр учебного плана подготовки будущих учителей математики и информатики. Увеличилась доля учебных курсов, программы которых затрагивают изучение разделов дискретной математики.

В Белорусском государственном педагогическом университете предмет дискретной математики изучается студентами младших курсов математического факультета специальности «Информатика. Иностранный язык (английский)». Студенты специальности «Математика. Информатика» изучают предмет «Исследование операций и математическое моделирование». Его программа также включает отдельные разделы дискретной математики.

Традиционно к дискретной математике относятся такие области математического знания, как теория множеств, комбинаторика, теория чисел, математическая логика, теория графов и сетей и т. д. К сожалению, количество часов, запланированное на изучение курса дискретной математики не позволяет в должной мере охватить все перечисленные разделы. Программа курса включает три крупных блока: комбинаторика, теория графов и

математическая логика. Изучение курса направлено на освоение основных понятий дискретной математики и подходов к решению дискретных задач, что неразрывно связано с освоением методов построения математических моделей и разработки эффективных алгоритмов. Задачей курса является развитие дискретного математического мышления.

Дискретная математика всегда оставалась наиболее динамичной областью знаний. Сегодня наиболее значимой сферой применения методов дискретной математики являются компьютерные технологии. В свою очередь, использование компьютерных технологий позволяет повысить эффективность учебного процесса. Задачей преподавателя является определение, где и каким образом возможно использование компьютера при изучении понятий и алгоритмов дискретной математики. Эта достаточно непростая задача встала и перед автором статьи. Совсем небольшой опыт преподавания дисциплин, связанных с понятиями дискретной математики, не позволяет пока говорить о том, что разработана некая законченная методика. Перечислим лишь некоторые возможные подходы к решению обозначенной проблемы.

Из трех разделов, составляющих курс дискретной математики, которые мы перечислили выше, можно сразу выделить теорию графов. Благодаря возможности наглядного изображения графа и большого количества алгоритмов появляется широкое поле деятельности по созданию всевозможных программ обработки графов. Использование компьютерных программ на учебных занятиях позволяет быстро создавать и редактировать графы с заданными свойствами, изучать их различные характеристики.

Некоторые понятия (например, изоморфные графы, плоские и планарные графы, раскраски графа) без возможности быстро изменить изображение графа усваиваются студентами с большим трудом. Они запоминают формальное определение, но не могут применить его при решении задач.

На сегодняшний день существует много программ обработки графов. Мы можем привести примеры таких программ, как «Grin», «GraphLet», «Groups&Graphs». Одна из программ под названием «АлГра» была разработана выпускником математического факультета БГПУ А. Врублевским под руководством доцента В. А. Шлыка. Она позволяет строить изображение графа с раскраской вершин и заданием матрицы весов графа. Основным достоинством программы является возможность пошагового изучения основных алгоритмов теории графов. К сожалению, она не работает на современных скоростных компьютерах, но в классах с маломощными машинами эта программа с успехом используется и по сей день.

Другой программой, наиболее часто применяемой нами при изучении понятий и алгоритмов теории графов, является программа «Grin», созданная российским автором В. Печенкиным. Эта программа имеет современный многооконный интерфейс. Она позволяет строить и редактировать изображение графа, выводить отчет о структуре графа (перечень значений степеней вершин, количестве связных компонент, значение диаметра и радиуса графа, а также с указанием центра графа для связного графа) (рис. 1).

Созданные изображения графов можно сохранить в формате .bmp и использовать при создании текстовых и других документов. Недостатками программы являются отсутствие работы с матрицами графа, невозможность для пользователя выделения подграфа, не совсем понятный способ перехода к редактированию атрибутов графа. При освоении интерфейса от пользователя требуется внимательная работа со справкой.

Тем не менее программа достаточно быстро осваивается студентами. Она не требует специальной инсталляции в систему. Невелика по размеру – архив с программой умещается на дискету. Это позволяет студентам легко переносить ее на домашние компьютеры. Справочная система содержит достаточно много теоретического материала по теории графов и сетей.

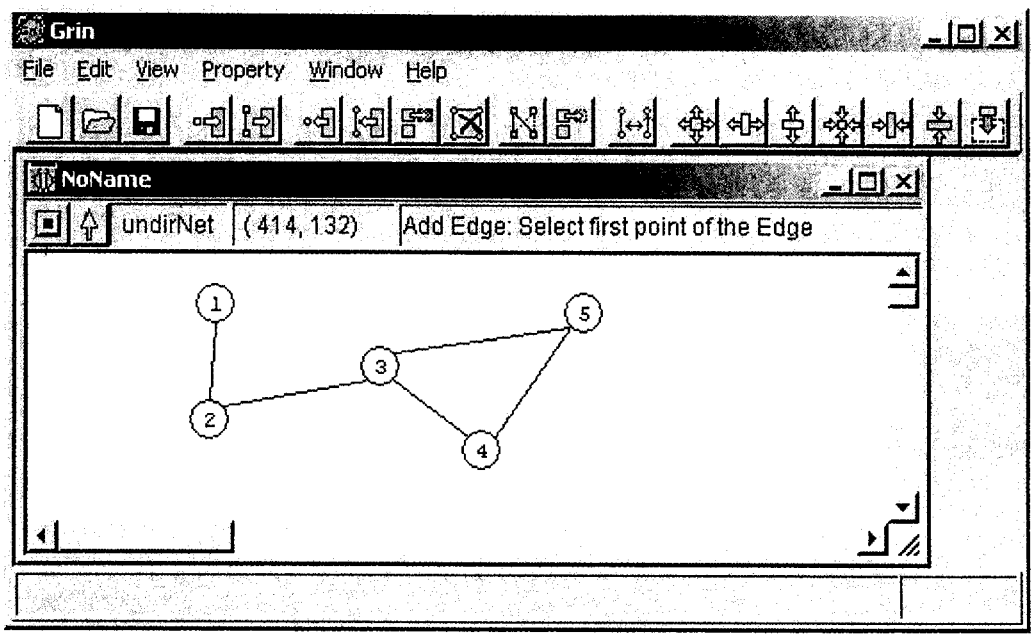

Рис. 1

Меню **Property** содержит команды расчета характеристик графа или сети. Результат выводится в виде отчета и выделения цветом на изображении графа (рис. 2 и 3).

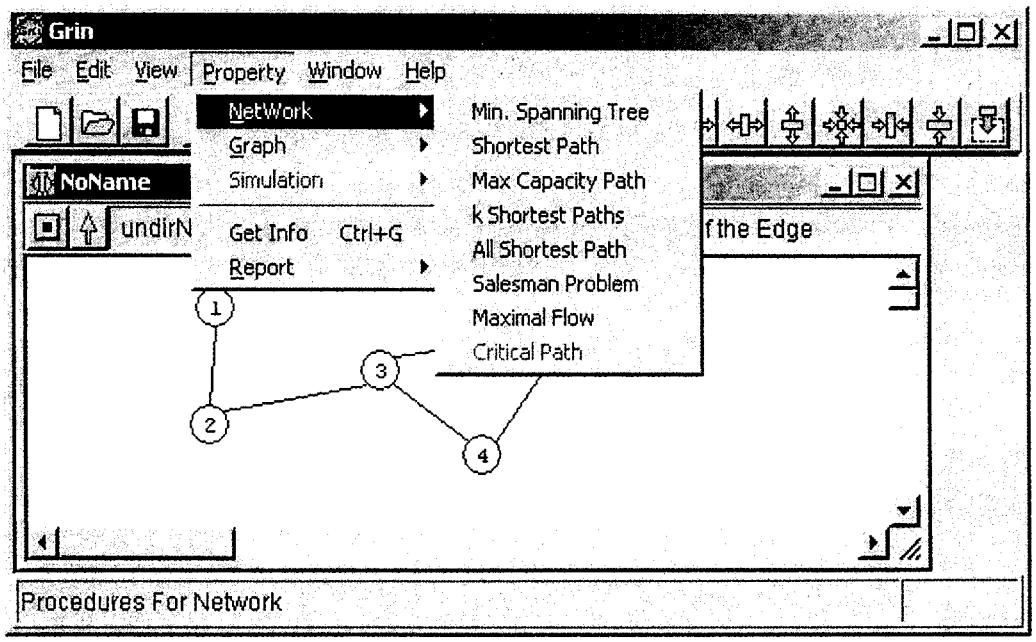

Рис. 2

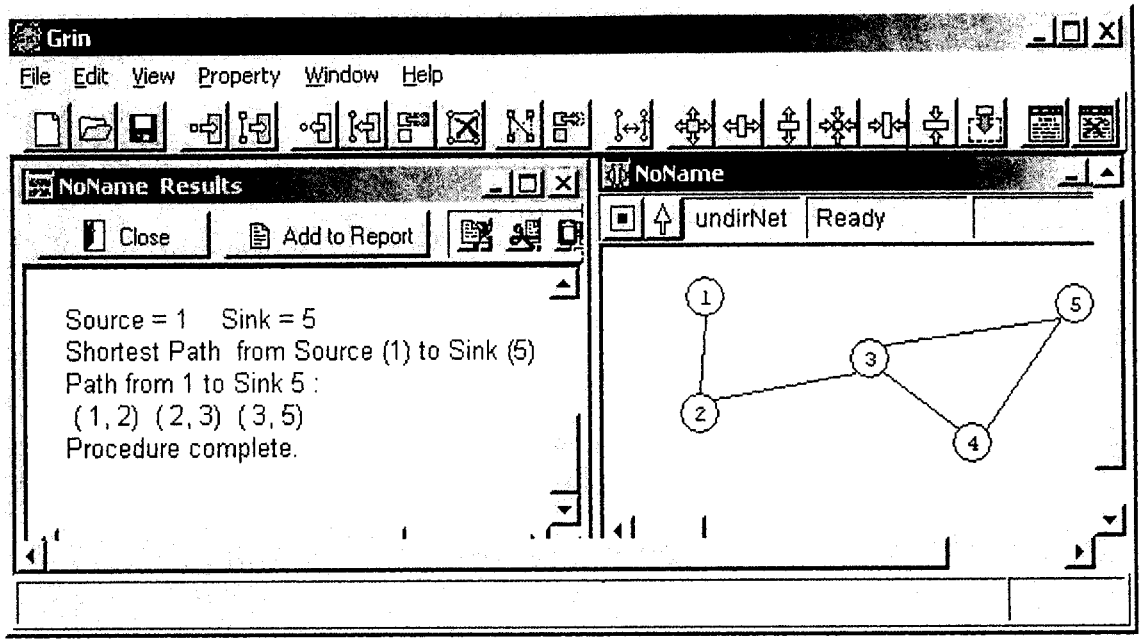

Рис. 3

Наиболее распространенным программным средством для обработки графов являются соответствующие библиотеки в системах компьютерной математики. Так, система Maple содержит библиотеку Networks, позволяющую выводить изображение графа и использовать процедуры расчета различных характеристик графа. На экране это выглядит следующим образом (рис. 4):

```
> with(networks):

> G2:=void(16): connect({1}, {2, 3, 4}, G2):
connect({2}, {5, 6, 7}, G2): connect({4}, {8, 9, 10}, G2):
connect({6}, {11, 12, 13}, G2): connect({12}, {14, 15, 16}, G2):
draw(Linear([1], [4, 3, 2], [10, 9, 8, 7, 6, 5], [13, 12, 11],
[16, 15, 14]), G2);
```

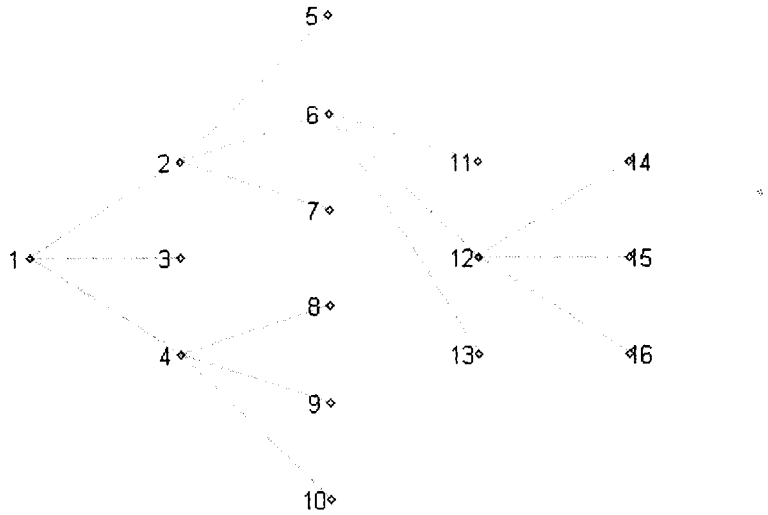

Рис. 4

Таким образом, есть возможность исследовать графы с помощью компьютера. Главный недостаток этих программ – это скрытие процесса исполнения алгоритма для большинства компьютерных программ обработки графов. Очевидно, что одной демонстрации не достаточно для успешного и прочного усвоения основных понятий и алгоритмов теории графов. Необходима разработка методики, которая обеспечивала бы прочное усвоение материала.

Использование компьютера не должно вытеснять традиционные методы формирования умений и навыков. Требуется их эффективное сочетание. Эта задача может быть решена путем разработки грамотной системы заданий и системы контрольных вопросов, выявляющих степень понимания и усвоения материала.

Например, при изучении понятия минимального остовного дерева можно предложить практическую задачу, взятую нами из пособия О. И. Мельникова [2].

На строительном участке нужно создать телефонную сеть, соединяющую все бытовки. Для того чтобы телефонные линии не мешали строительству, их решили проводить вдоль дорог. Схема участка изображена на рис. 5, где бытовкам соответствуют вершины графа и указаны длины дорог между ними.

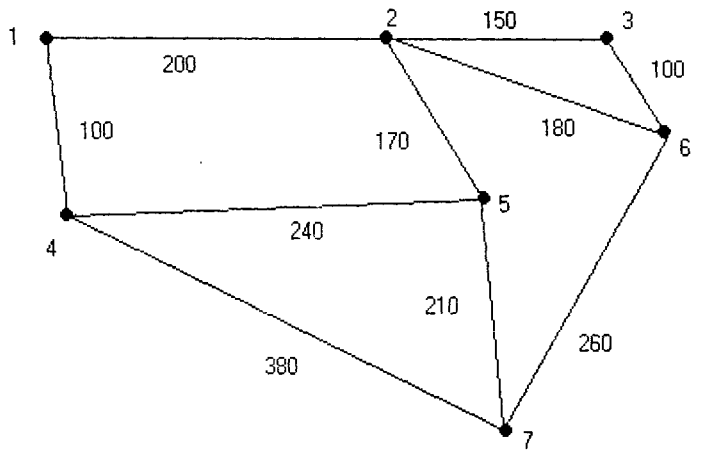

Рис. 5

Каким образом провести телефонные линии, чтобы их общая длина была минимальной?

Поиск решения должен подвести студентов к необходимости отыскания общего алгоритма. Здесь возможны два подхода: на основании алгоритма Краскала и на основании алгоритма Прима. И тот, и другой алгоритм строят минимальное остовное дерево, но в отличие от алгоритма Краскала алгоритм Прима строит не просто ациклический граф, а дерево.

Следующий этап – закрепление. Студенты строят минимальное остовное дерево каждым из способов. Желательно подобрать такие графы, для которых минимальное остовное дерево может быть построено неоднозначно. В этом случае при проверке решения на компьютере студентам понятно, почему их решение может не совпадать с решением, которое выдает программа.

В последствие при решении задач, для которых потребуется построение минимального остовного дерева графа, студентам не обязательно делать это вручную. Они смогут воспользоваться компьютером.

Степень понимания и усвоения материала определяется системой контрольных вопросов и заданий.

Например.

Сколько остовных деревьев можно построить для графа задачи?

Сколько минимальных остовных деревьев можно построить для графа задачи?

Как повлияет на решение добавление ребра (5, 6) весом 100?

Как повлияет на решение удаление ребра (3, 6)?

На какое наибольшее значение можно уменьшить веса ребер, не вошедших в минимальное остовное дерево, чтобы решение задачи при этом не изменилось?

В каком случае задача могла бы не иметь решения?

Разнообразие приемов работы с задачей повышает степень усвоения материала. Компьютер в данном случае выступает как дополнительное методическое средство, повышающее эффективность учебного процесса.

Если при изучении раздела «Теория графов» целесообразность применения компьютера не вызывает сомнения, то о других разделах это сразу сказать нельзя. Традиционно такие разделы, как «Комбинаторика» и «Математическая логика» изучаются без применения компьютера. Однако в последнее время появляется все больше электронных учебных пособий, содержащих главы из этих разделов, наборы задач и, возможно, тесты.

На наш взгляд, при изучении понятий, теорем и алгоритмов комбинаторики целесообразна разработка программ. Как правило, комбинаторные задачи требуют ответа на вопросы: возможно ли? сколькими способами? Следовательно, можно разработать программу, которая в качестве ответа будет выдавать значение числовой или логической переменной. Алгоритмический подход к изучению понятий и теорем комбинаторики рассматривается в пособиях [1] и [3].

Разработка компьютерных программ при решении комбинаторных задач может выступать как средство:

- пропедевтики теорем комбинаторики;
- конструктивного доказательства теорем комбинаторики;
- контроля знаний;
- развития дискретного мышления.

В отношении математической логики применение компьютера ограничивается пока использованием электронных учебных пособий в виде презентаций и html-документов и компьютерных тестов. Автор будет признательна за любые предложения по применению компьютера при изучении этого раздела дискретной математики.

Обозначенная проблема может быть расширена на другие разделы дискретной математики и требует проведения активных исследований в этом направлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Иванов, Б. Н.* Дискретная математика. Алгоритмы и программы : учеб. пособие / Б. Н. Иванов. – М. : Лаборатория базовых знаний, 2003. – 288 с.
2. *Мельников, О. И.* Занимательные задачи по теории графов : учеб.-метод. пособие / О. И. Мельников. – Минск : ТетраСистемс, 2001. – 144 с.
3. *Новиков, Ф. А.* Дискретная математика для программистов : учебник для вузов. / Ф. А. Новиков. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 364 с.