

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені М.П. ДРАГОМАНОВА**

ІВАСИК Василь Богданович

УДК 372.851.9

**МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕОРІЇ ГРАФІВ
У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ІНФОРМАТИКИ
З ВИКОРИСТАННЯМ ПЕДАГОГІЧНИХ ПРОГРАМНИХ
ЗАСОБІВ**

13.00.02 – теорія та методика навчання інформатики

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук

Київ –2001

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному педагогічному університеті імені М.П. Драгоманова, Міністерство освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат педагогічних наук, доцент **Морзе Наталія Вікторівна**, Академія праці і соціальних відносин, проректор академії.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор, член-кореспондент АПН України **Верлань Анатолій Федорович**, Інститут проблем моделювання в енергетиці, заступник директора;

кандидат педагогічних наук **Цибко Ганна Юхимівна**, Чернігівський державний педагогічний університет ім. Т.Г. Шевченка, старший викладач.

Провідна установа: **Запорізький державний університет**, кафедра алгебри та геометрії, Міністерство освіти і науки України, м. Запоріжжя.

Захист відбудеться 27 березня 2001 р. о 15 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.053.03 у Національному педагогічному університеті імені М.П. Драгоманова (01601, Київ, вул. Пирогова, 9).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова (01601, Київ, вул. Пирогова, 9).

Автореферат розісланий 23 лютого 2001 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради

Коршак Є.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

В умовах інформатизації навчального процесу, впровадження і поширення нових інформаційних технологій навчання різних навчальних предметів, формування основ інформаційної культури учнів, їх підготовки до життя в сучасному інформатизованому суспільстві одне із центральних місць займає шкільний курс інформатики.

Визначення структури, обсягу, змісту шкільного курсу інформатики, що відповідає рівню інформатизації суспільства і забезпечує можливості досягнення цілей освіти, є однією з головних проблем перебудови методичної системи навчання інформатики на сучасному етапі розвитку шкільної освіти. Розв'язання цієї проблеми потребує науково обгрунтованого виокремлення із всього комплексу знань, понять, положень з інформатики такої сукупності елементів, систематизація яких на основі психолого-педагогічних, дидактичних і логічних вимог дозволила б реалізувати сучасні цілі шкільної освіти.

Удосконаленню змісту і методики навчання шкільного курсу інформатики присвячені роботи Н.В. Апатової, Н.Р. Балик, А.Ф. Верланя, О.М. Гончарової, А.П. Єршова, М.І. Жалдака, О.Б. Жильцова, В.Г. Житомирського, І.С. Іваськіва, І.С. Кайміна, В.Н. Касаткіна, А.А. Кузнецова, А.Г. Кушніренка, М.П. Лапчика, Ю.І. Машбиця, В.М. Монахова, Н.В. Морзе, Ю.С. Рамського, Г.Д. Фролова, Т.І. Чепрасової, І.М. Яглома та ін.

Одним із важливих напрямів удосконалення шкільного курсу інформатики є поглиблення і розширення його теоретичних основ, суттєве зміцнення міжпредметних зв'язків із курсами математики, фізики та інших навчальних предметів.

Стрімкий розвиток інформатики, її засобів і методів пізнання світу повинні належним чином відображатися при вивченні основ цієї науки в загальноосвітній школі. На сьогоднішній день інформатика із технічної дисципліни про методи і засоби опрацювання даних за допомогою обчислювальної техніки перетворюється у фундаментальну науку про інформацію та інформаційні процеси у природі і суспільстві. Фундаментальні поняття і закони інформатики є теоретичною базою нових інформаційних технологій (НІТ).

Серед питань, що розглядаються теоретичною інформатикою, в змісті шкільного курсу інформатики в тій чи іншій формі могли б знайти відображення такі: алгебра логіки, теорія алгоритмів, обчислювальна математика, дискретна математика, лінійне програмування, математичне моделювання, теорія кодування та ін.

Особливої уваги заслуговує проблема вивчення елементів *дискретної математики* в шкільному курсі інформатики. Це зумовлено, з одного боку, тим, що інформатизація і комп'ютеризація суспільства в другій половині ХХ сторіччя в значній мірі стимулювала розвиток дискретної математики, з другого – більшість методів та інструментів дискретної математики стають потужним засобом сучасного інтелекту, каркасом інформаційної культури. Все це посилює роль і місце дискретної математики. На перший план виходить вивчення зв'язку між дискретним і неперервним.

У зв'язку із цим істотно зростає актуальність проблеми формування знань учнів про елементи теорії графів як одного із важливих розділів дискретної математики. Вивчення елементів теорії графів відіграє значну роль у розв'язанні загальних завдань навчання, виховання і розвитку школярів, оскільки:

1. Зміст основних понять теорії графів, відібраний і методично підкріплений з урахуванням специфіки шкільного курсу інформатики, може бути ефективно в використаний для вдосконалення прийомів розумової діяльності учнів і розвитку в них дослідницького, творчого підходу до постановки і розв'язування різноманітних задач.
2. Теорія графів охоплює теоретичні і прикладні аспекти інформаційної діяльності людини. Вивчення цих питань важливе для формування сучасної інформаційної картини світу, а отже, і світогляду школярів.
3. Вивчення елементів теорії графів відіграє значну роль у формуванні та розвитку в учнів потреби постійно розширювати і поглиблювати свої знання, коректно формулювати та ефективно розв'язувати задачі в різних сферах практичної діяльності.

Питанням впровадження елементів теорії графів у навчальний процес середньої школи займалися Л.Ю. Березіна, М.П. Барболін, Н.А. Волкова. Серед вітчизняних дисертаційних досліджень слід відзначити роботи Н.Р. Балик, О.І. Глобіна, Т.І. Чепрасової.

У цих роботах елементи теорії графів розглядаються як засіб:

- формування навичок інформаційного моделювання при розв'язуванні задач у курсі інформатики;
- формування алгоритмічних навичок;
- моделювання навчального матеріалу, зокрема при розв'язуванні логічних, комбінаторних, фізичних і текстових задач;
- формування пізнавального інтересу до вивчення інформатики та математики, розвитку в учнів умінь самостійно здобувати знання.

Разом з тим варто зазначити, що ряд аспектів методики навчання елементів теорії графів у загальноосвітній школі потребує подальшого розвитку. Поза увагою дослідників, нез'ясованою залишилася, зокрема, проблема відбору основних понять та питань елементів теорії графів, які доцільно вивчати в шкільному курсі інформатики, не досліджені конкретні дидактичні аспекти створення та використання засобів НІТ, зокрема педагогічних програмних засобів (ППЗ), для вивчення цієї теми, відсутні системи завдань і методичні рекомендації щодо використання відповідних засобів НІТ.

Таким чином, протиріччя між певною недосконалістю шкільного курсу інформатики та методичною системою навчання, з одного боку, потребами підготовки учнів до життя і діяльності в інформатизованому суспільстві та здійснення цієї підготовки в практиці навчання шкільної інформатики, з другого, є соціально значущою проблемою. З огляду на це з'ясування змісту елементів теорії графів у шкільному курсі інформатики, розробка комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання елементів теорії графів та створення відповідних ППЗ є актуальною проблемою, що зумовлює вибір теми дисертаційного дослідження.

Обраний напрям дисертаційного дослідження пов'язаний з темою науково-дослідної роботи Інституту засобів навчання АПН України (номер державної реєстрації 0100U002034)

Об'єкт дослідження – процес навчання інформатики в старших класах загальноосвітньої школи.

Предмет дослідження – методична система навчання елементів теорії графів з використанням ППЗ на факультативних заняттях з інформатики в старших класах середньої школи.

Мета дослідження полягає у розробці окремих компонент комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання елементів теорії графів у шкільному курсі інформатики, що забезпечить поглиблення теоретичної бази знань в учнів з інформатики та формування основних компонентів їхньої інформаційної культури.

Гіпотеза дослідження. Систематичне та цілеспрямоване застосування засобів НІТ при навчанні елементів теорії графів суттєво сприятиме поглибленню теоретичної бази знань учнів з інформатики та формування основних компонентів їхньої інформаційної культури.

Завдання дослідження:

- визначити основні поняття та алгоритми теорії графів, які доцільно вивчати в шкільному курсі інформатики;
- узагальнити вітчизняну та зарубіжну практику використання засобів НІТ при вивченні теорії графів;
- розробити окремі компоненти комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання елементів теорії графів;
- створити ППЗ для комп'ютерної підтримки навчання елементів теорії графів;
- підготувати методичні посібники для вивчення елементів теорії графів з використанням запропонованих ППЗ;
- експериментально перевірити ефективність запропонованої методики навчання елементів теорії графів на основі застосування засобів НІТ, ефективність розроблених ППЗ і методичних посібників.

Методи дослідження:

- аналіз науково-методичної і психолого-педагогічної літератури з проблеми дослідження, наявних ППЗ, аналіз навчальних програм, посібників, підручників і методичних рекомендацій до курсу елементів теорії графів, аналіз інформаційних матеріалів глобальної мережі Інтернет;
- цілеспрямоване педагогічне спостереження, анкетування, тестування, бесіди із вчителями шкіл, методистами, учнями;
- педагогічний (констатуючий, пошуковий, формуючий) експеримент.

Методологічною і теоретичною основами дослідження є теорія пізнання (положення про взаємозв'язок теорії і практики, про пізнання як активну перетворюючу і відображуючу діяльність людини); теорія розвиваючого навчання (В.В. Давидов, Д.Б. Ельконін, З.І. Калмикова, І.С. Якиманська та ін.); основні положення діяльнісної теорії навчання (Л.С. Виготський, А.І. Леонтьєв, С.Л. Рубінштейн та ін.); загально-дидактичні основи і принципи навчання (Ю.К. Бабанський, М.І. Скаткін, В. Оконь та ін.); теорія поетапного формування розумових дій (П.Я. Гальперін, Н.Ф. Талізін та ін.).

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що запропоновано і теоретико-експериментально обґрунтовано окремі компоненти комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання елементів теорії графів у шкільному курсі інформатики; удосконалено зміст навчального матеріалу з елементів теорії графів; запропоновано нові напрями застосування засобів НІТ при вивченні елементів

теорії графів.

Теоретична значущість дослідження полягає у виділенні психолого-педагогічних і методичних передумов використання засобів НІТ при вивченні елементів теорії графів; розробці змісту, добору методів, організаційних форм та засобів навчання з факультативного курсу “Елементи теорії графів”; у з'ясуванні впливу вивчення елементів теорії графів на формування основних компонентів інформаційної культури учнів.

Практична значущість результатів дослідження визначається тим, що:

- розроблено окремі компоненти комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання елементів теорії графів у шкільному курсі інформатики з використанням засобів НІТ;
- розроблено ППЗ для супроводу вивчення елементів теорії графів;
- розроблено методичні рекомендації щодо використання створеного ППЗ;
- розробку висунутих теоретичних положень доведено до практичної реалізації у вигляді ППЗ та методичного посібника для вчителів інформатики.

Особистий внесок автора дисертації у праці, опублікованій у співавторстві, є таким: ідея побудови навчально-методичного посібника [6] запропонована Н.В. Морзе, а її реалізація здійснена особисто автором дисертації.

Вірогідність одержаних результатів та основних висновків дослідження забезпечується різнобічним теоретичним аналізом проблеми, опорою на фундаментальні психолого-педагогічні концепції навчання і розвитку учнів, відповідністю використаних методів дослідження, позитивними відгуками вчителів і методистів, педагогічним експериментом та результатами його опрацювання.

Апробація, використання та впровадження результатів дослідження.

Основні положення і результати дослідження висвітлені:

– у виступах автора на IV міжвузівській науково-практичній конференції "Нові інформаційні технології в навчальному процесі загальноосвітньої школи та вузу" (Київ, 1995р.), Республіканському науково-методичному семінарі з питань використання засобів сучасної інформаційної технології в навчальному процесі при кафедрі інформатики НПУ імені М.П. Драгоманова (Київ, 1998р.), звітних наукових конференціях НПУ імені М.П. Драгоманова (Київ, 1997, 1998, 1999 рр.);

- у публікації результатів дослідження (основні результати опубліковані в 7 працях);
- у навчальному посібнику та ППЗ, підготовлених особисто автором.

Результати дослідження впроваджено в навчальний процес середньої школи № 220 м. Києва, № 9 м. Фастова, педагогічного ліцею м. Тернополя, ліцею поглибленої підготовки учнів в галузі наук м. Кам'янця-Подільського, під час проведення занять з методики навчання інформатики із студентами фізико-математичного факультету Кам'янець-Подільського державного педагогічного університету та фізико-математичного факультету Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова.

Публікації. Основні результати дослідження викладено у 7 публікаціях автора (з них 1 у співавторстві).

Структура дисертації. Робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатка. Загальний обсяг дисертації становить 174

сторінки друкованого тексту і включає 47 ілюстрацій обсягом 15 сторінок, 11 таблиць обсягом 5 сторінок, 1 додаток обсягом 4 сторінки. Список використаної наукової літератури налічує 187 найменувань обсягом 18 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано вибір та актуальність проблеми, визначено об'єкт, предмет, мету, гіпотезу, завдання, методи дослідження, розкрито наукову новизну, теоретичну та практичну значущість роботи, сформульовано основні положення, що виносяться на захист.

У **першому розділі** “*Предмет дослідження і його теоретичні основи*” на основі аналізу наукової, психолого-педагогічної і методичної літератури, а також інформаційних матеріалів глобальної мережі Інтернет обґрунтовується доцільність вивчення елементів теорії графів у шкільному курсі інформатики, вплив цієї теорії на поглиблення теоретичної бази знань учнів з інформатики та формування основних компонентів їхньої інформаційної культури; проаналізовано вітчизняний та зарубіжний досвід навчання елементів теорії графів у загальноосвітній школі; розглянуто психолого-дидактичні аспекти та тенденції застосування засобів НІТ при вивченні елементів теорії графів.

Зародившись при розв'язуванні головоломок і цікавих задач, теорія графів нині стала потужним засобом розв'язування задач широкого спектру проблем. В теоретико-графових термінах формулюється значна кількість задач, пов'язаних з дискретними об'єктами. В деякій мірі через теорію графів відбувається проникнення математичних методів в науку та техніку. Теорія графів з'явилася в навчальних планах не тільки університетів і технікумів, але й середніх навчальних закладів.

Аналіз досвіду вивчення і використання теорії графів у середній школі дозволив виділити такі напрями:

1. Графи як об'єкт вивчення. Дослідники даного напрямку вивчають питання збагачення змісту шкільного курсу математики, інформатики та інших предметів за рахунок впровадження окремих розділів теорії графів, розробляють методику їх вивчення (Н.Р. Балик, Л.Ю. Березіна, М.П. Барболін, Н.А. Волкова, О. Оре, Ж. Папі, Т.І. Чепрасова).

2. Графи як засіб моделювання навчального матеріалу. Дослідники даного напрямку використовують можливості моделювання та структурування навчального матеріалу за допомогою графів для удосконалення способів та методів його викладання (В.Ф. Волгіна, О.І. Глобін).

3. Використання графових моделей у спеціальних задачах методики навчання математики. Дослідники даного напрямку використовують можливості моделювання структури різних дидактичних і методичних об'єктів за допомогою графових моделей і на цих моделях вивчають властивості цих об'єктів, а також шукають шляхи удосконалення процесу навчання (В.Ф. Волгіна, І.Б. Моргунов).

Слід відмітити, що при вивченні інформатики та математики учні постійно зустрічаються з простими поняттями та задачами теорії графів: задача комівояжера, знаходження найкоротших шляхів у мережах, проблема чотирьох фарб, подання алгоритму у вигляді блок-схеми, відображення ієрархії даних у вигляді дерева, розв'язування логічних, текстових, комбінаторних задач з використанням графових

моделей.

Разом з тим питання вивчення елементів теорії графів так і не знайшли широкого впровадження в навчальний процес школи, зокрема, шкільну інформатику. Це було зумовлено тим, що не вистачало часу на уроках математики, не існувало ефективних засобів для вивчення теорії графів в позаурочний час. Тому вивчення цих питань довгий час залишалося лише фрагментарним.

У сучасних науково-методичних дослідженнях знову звертаються до проблем вивчення в середній школі, зокрема в шкільному курсі інформатики, окремих питань теорії графів, що зумовлено такими факторами:

1. Методи дискретної математики у зв'язку із впровадженням засобів НІТ знаходять широке застосування у різних галузях людської діяльності.
2. Поняття графа завдяки його наочності і узагальненості використовується в інформатиці для описання структури складних об'єктів (мережі, логічні схеми, ієрархічні структури тощо) і функціонування систем (граф переходів автомата, граф гри тощо).
3. Вивчення елементів теорії графів відкриває широкі можливості для ознайомлення учнів з новими поняттями, які знаходяться на більш вищому ступені абстракції, з якісно новими задачами і методами їх розв'язування. Задача теорії графів є для учнів найбільш доступними і популярними із всіх розділів дискретної математики.
4. Моделювання за допомогою графів реалізує одну із важливих потреб – потребу наочності. Малюнок графа є знаком, матеріальним предметом, який чуттєво сприймається і виступає як посередник між реальною дійсністю і математичною моделлю. Використання малюнків графів нерозривно пов'язане з процесами абстрагування і деталізації, за допомогою яких відбувається відокремлення тих ознак об'єкта, що моделюється, і які потім відображатимуться в моделі. Графові моделі забезпечують зв'язок мислення з реальними ситуаціями. Вони служать засобом отримання нового знання, збагачують процеси мислення багатьма цінними деталями, що втрачаються в абстрактних поняттях.
5. Елементи теорії графів носять пропедевтичний характер в плані вивчення інших тем шкільного курсу інформатики (штучний інтелект, експертні системи).
6. Широке використання засобів і методів НІТ у навчальному процесі дозволяє створювати і розробляти нові ефективні методики навчання природничо-наукових дисциплін, в тому числі елементів теорії графів.

Вивчення елементів теорії графів як одного з найбільш вагомих розділів дискретної математики дозволяє посилити теоретичну базу знань учнів з інформатики та ефективно формувати головні компоненти їхньої інформаційної культури за рахунок використання цієї теорії як засобу:

- поглиблення розуміння сутності інформації, її дискретизації;
- інформаційного моделювання реальних систем;
- розвитку алгоритмічних навичок;
- розвитку прикладного напрямку шкільної інформатики.

Оскільки елементи теорії графів не входять до освітньої програми з інформатики середньої школи, то їх вивчення можливе як предмет за вибором учнів або як факультативний курс. Хоча є доцільним ввести вивчення деяких понять та питань

елементів теорії графів (наприклад, поняття дерева, ейлерового і гамільтонового циклів, алгоритмів пошуку в глибину та в ширину тощо) до шкільної програми загальноосвітньої школи.

Одним із ключових моментів методичної системи навчання елементів теорії графів є використання засобів НІТ, що відкриває широкі перспективи щодо удосконалення змісту навчання, методів і організаційних форм, поглиблення та розширення теоретичної бази знань та надання результатам навчання практичної значущості, активізації пізнавальної діяльності, створення умов для повного розкриття творчого потенціалу учнів з урахуванням їх вікових особливостей і життєвого досвіду, індивідуальних нахилів і здібностей.

Серед засобів НІТ особливе місце посідають ППЗ. Так називається програмний засіб, у якому відображається деяка предметна галузь, у тій або іншій мірі реалізується технологія її вивчення, забезпечуються умови для здійснення різних видів навчальної діяльності. Доцільність використання ППЗ визначається мірою педагогічної і методичної ефективності у порівнянні з традиційними формами навчальної діяльності, а також у плані їх доповнення та удосконалення.

На даний час розроблена значна кількість програмних засобів з теорії графів, які дозволяють розкрити сутність та методи теорії графів. Проведений методичний аналіз показав доцільність використання в навчальному процесі таких навчальних програмних засобів як *Graph*, *Grin*, *Petersen*, *ColourFul Mathematics*.

У зв'язку із стрімким розвитком телекомунікацій є доцільним використання інформаційних матеріалів глобальної мережі Інтернет при вивченні елементів теорії графів. До можливих форм використання мережі Інтернет в навчальному процесі можна віднести:

- пошук учнем основних понять, питань і проблем з елементів теорії графів в WWW-системі, у віртуальних бібліотеках та інших джерелах інформації;
- проведення конференцій, олімпіад з теорії графів у мережі;
- організація дистанційного навчання.

Незважаючи на багаторічний досвід використання різноманітних засобів НІТ у навчальних цілях, їх потенційні можливості залишаються невичерпаними.

Причиною цього є:

- невідповідність вчителів до використання засобів НІТ у навчальному процесі;
- недоступність і нерозповсюдженість ППЗ, призначених для вивчення теорії графів;
- програмні засоби, призначені для вивчення теорії графів, не повністю враховують педагогічні проблеми і не завжди зручні для навчання;
- початкова орієнтованість програмних засобів на фахівців високої кваліфікації в галузі теорії графів або на студентів вищих навчальних закладів;
- відсутність розроблених методик використання ППЗ в навчальному процесі.

Ці недоліки зумовлені передусім недостатньою розробкою відповідних психолого-педагогічних і методологічних проблем.

Виділимо деякі психолого-педагогічні фактори, з урахуванням яких повинна будуватися методика навчання елементів теорії графів з використанням засобів

НІТ:

1. Комп'ютерна графіка підвищує уявлення інформації, поглиблює рівень оволодіння навчальним матеріалом, забезпечує поєднання графічної інформації із знако-символьною, сприяє значному посиленню уваги при сприйнятті навчального матеріалу, дозволяє ілюструвати залежності, співвідношення, які не досить точно передаються вербальним шляхом. Особливу роль наочні образи відіграють на тих етапах пізнання навчального матеріалу, які характеризуються найбільш суб'єктивною трудністю, а інформація носить абстрактний характер.
2. Засоби НІТ надають учням ширші можливості щодо проведення різних чисельних експериментів з графовою моделлю. З'являється можливість головну увагу приділити не прийомам опрацювання інформації, а питанням побудови графової моделі задачі та її аналізу.
3. Використання комп'ютера дає можливість учневі розв'язувати окремі задачі, не знаючи відповідного аналітичного апарату та методів теорії графів. Комп'ютерні програми роблять окремі розділи і методи теорії графів доступними, зрозумілими, легкими і зручними для використання, а той, хто розв'язує задачу, стає користувачем математичних методів, можливо не володіючи їхньою будовою і обґрунтуванням, аналогічно до того, як він використовує інші комп'ютерні програми, не знаючи, як і за якими принципами вони побудовані, якими мовами програмування описані, які теоретичні положення покладено в їхню основу.
4. Розв'язуючи навчальні задачі за допомогою комп'ютера, учні залучаються до дослідницької діяльності, під якою розуміється всяка діяльність, направлена на отримання нового знання і яка здійснюється не за алгоритмом, а на основі самоорганізації (здатності раціонально планувати свою діяльність, здійснювати самоконтроль, регулювати і змінювати свої дії та ін.)
5. Систематично використовуючи комп'ютер і відповідне програмне забезпечення для розв'язування конкретних задач з теорії графів, учні набувають навичок інформаційного пошуку – однієї з найважливіших функцій творчості. При цьому, звичайно, визначну роль відіграє розумовий процес, який додає нову інформацію до вже наявної, а засоби НІТ стають оперативним і гнучким інструментом формування мислення та інтелектуального розвитку учнів.

У другому розділі *“Методичні основи навчання елементів теорії графів з використанням педагогічних програмних засобів”* аналізуються пропонувані компоненти комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання елементів теорії графів, навчально-тематичний план, дидактичні принципи навчання; обґрунтовуються методичні вимоги до ППЗ з теорії графів; описується структура та основні можливості використання ППЗ *GraphEla*; розглядається розв'язування деяких задач прикладного змісту з використанням ППЗ *GraphEla*; наводяться приклади уроків, на яких вивчаються елементи теорії графів; подається аналіз даних проведеного педагогічного експерименту.

На основі аналізу існуючих навчальних курсів з теорії графів, що викладаються в зарубіжній і вітчизняній практиці, відібрано навчальний матеріал, призначений для проектування факультативного курсу “Елементи теорії графів”.

Зміст курсу “Елементи теорії графів”, орієнтованого на підвищення теоретичної бази знань з інформатики та формування основних компонентів інформаційної

культури учнів, включає такі розділи: основні поняття теорії графів, алгоритми на графах, прикладні задачі теорії графів.

При відборі змісту знань курсу поряд з дидактичними принципами, провідними є принципи пріоритету розвиваючого навчання, пізнавальної ємності та практичної значущості.

Основними формами організації навчання елементів теорії графів з використанням засобів НІТ є класно-урочна, проектно-групова та індивідуальна форми. Слід відмітити, що класно-урочна форма є в певній мірі застарілою, а проектно-групова та індивідуальна організаційні форми дозволяють ефективніше інформатизувати навчальний процес, досягають цієї цілі меншими затратами і найбільш відповідають вимогам сучасної школи.

Використання ППЗ при вивченні елементів теорії графів дозволяє реалізувати принципово нові методичні підходи до формування знань, умінь та навичок:

1. Автоматична побудова графів та дослідження їх числових характеристик за допомогою комп'ютера. Дослідження великих та складних графів є процес тривалий, громіздкий та рутинний. Тому приклади абстрактних графів, що використовуються в традиційній методиці навчання, мають тенденцію бути малими і тривіальними. ППЗ за рахунок вбудованих функцій автоматичної побудови різних типів графів, визначення властивостей та числових характеристик графа, дозволяють ускладнити приклади, збільшити їх кількість, прискорити отримання інформації про властивості графа, що особливо зручно при поясненні теоретичного матеріалу. При такому підході учні стають дослідниками і експериментаторами, в центрі їх уваги – факти, які можна перевірити.

2. Засоби комп'ютерної візуалізації графів. Графи є одним із способів подання інформації у графічній формі. Зображувальні засоби графів вирізняються простотою “алфавіту”, який містить два основних елементи – вершини графа, що позначаються в основному кружками (хоча ними можуть бути фігури довільної геометричної форми: ромб, квадрат, прямокутник тощо), і ребра, що позначаються відрізками ліній із стрілками чи без них. Але малюнки графів – не мертві схеми описання певного об'єкту, над ними досить часто необхідно виконувати такі маніпуляції, як побудова та вилучення елементів, задання їх взаємного розташування, зміна атрибутів елементів графа тощо. Якщо граф намальований на аркуші паперу, то його досить важко редагувати, доводиться майже кожний раз перемальовувати такий граф.

Наявність комп'ютерного редактора графів, що забезпечує всі необхідні інструментальні засоби і методи зручної маніпуляції графами, їх збереження та відтворення допомагає уникнути незручностей, які виникають при роботі з олівцем і папером.

3. Анімація понять та властивостей. Використання комп'ютерної анімації є одним із головних прийомів для подання навчального матеріалу з теорії графів. За допомогою анімації реалізується принцип наочності, за яким поняття, що вводяться, демонструються за допомогою об'єкта, що рухається. За допомогою мультиплікації, динамічного зображення, багатокольорової палітри посилюється увага учнів та підвищується пізнавальний інтерес.

4. Вивчення алгоритмів на графах за допомогою наочних виконавців. Досить ефективним засобом в досягненні розуміння учнями суті алгоритмів на графах є

використання спеціалізованої комп'ютерної підтримки або наочних виконавців алгоритмів, що дозволяють відтворювати алгоритм у всій його складності та різноманітності варіантів виконання. Такі наочні виконавці алгоритмів надають учням можливість самостійно покроково виконувати алгоритм, що, з одного боку, значно зменшує затрати на засвоєння алгоритму, з другого боку – підвищує пізнавальну активність учнів.

5. Розв'язування задач прикладного змісту. В теорії графів можна виділити велику кількість задач прикладного змісту і для їх розв'язування використання комп'ютера є найбільш доцільним, особливо на уроках закріплення набутих знань, оскільки основною метою в таких випадках є використання набутих теоретичних знань для створення відповідної математичної та інформаційної моделі, а не формування певних технічних методів та навичок. Візуалізація моделі явища у поєднанні з обчислювальними, інформаційними та моделюючими можливостями комп'ютера найкраще пояснює сутність досліджуваного явища.

Розв'язування задач прикладного змісту з використанням програмних засобів дозволяє надати знанням і вмінням учнів практично значущого характеру, реалізувати міжпредметні зв'язки курсу інформатики та інших шкільних дисциплін і закладає основу для розвитку потреби використовувати комп'ютер у потрібні моменти діяльності.

Відповідно до цих методичних особливостей автором дисертаційного дослідження на кафедрі інформатики НПУ імені М.П. Драгоманова було розроблено ППЗ *GraphEla*.

Перевірка ефективності запропонованої методики навчання елементів теорії графів була основною метою педагогічного експерименту, що проводився на базі середніх шкіл № 220 м. Києва, № 9 м. Фастова, педагогічного ліцею м. Тернополя, ліцею поглибленої підготовки учнів в галузі наук м. Кам'янця-Подільського.

Експериментом було охоплено близько 370 учнів старших класів середніх шкіл.

У результаті **констатуючого експерименту** (1995-1996 рр.) були вивчені педагогічна та науково-технічна література з теорії графів, що дозволило з'ясувати місце та роль теорії графів в сучасному шкільному курсі інформатики. Також був проведений аналіз існуючих програмних засобів для навчання елементів теорії графів, виявлено їх особливості, з'ясовано дидактично-психологічні критерії і вимоги до сучасних ППЗ.

У ході **пошукового експерименту** (1996-1997р.) здійснювався відбір змісту факультативного курсу “Елементи теорії графів” з інформатики; розроблялися методичні рекомендації щодо використання засобів НІТ для вивчення елементів теорії графів; створювався ППЗ *GraphEla* для підтримки вивчення теорії графів; визначалися шляхи реалізації принципу гуманізації навчання і надання практичної значущості його результатам при посиленні теоретичного рівня навчання шкільної інформатики.

На **формуючому етапі** здійснювалося експериментальне навчання курсу “Елементи теорії графів” із залученням ППЗ *GraphEla* та розробка окремих компонент комп'ютерно-орієнтованої системи навчання даного курсу. Навчання було організоване з використанням спеціально розробленого і дібраного дидактичного матеріалу відповідно до методичних рекомендацій, розроблених в ході дослідження.

Основною метою формуючого експерименту була перевірка ефективності розроблених компонентів методичної системи навчання теорії графів, спрямованої на розвиток алгоритмічного мислення, навичок інформаційного моделювання, вміння розв'язувати задачі прикладного змісту за допомогою комп'ютера.

Ефективність пропонованих компонент комп'ютерно-орієнтованої методичної системи оцінювалася шляхом проведення тестування засвоєних знань на рівні ознайомлення і на рівні умінь розв'язувати типові і нетипові задачі.

Особливість експерименту полягала в тому, що не було можливості виділити експериментальні та контрольні класи, оскільки масово в школі тема “Елементи теорії графів” не вивчається. Тому для оцінки результатів експерименту було сформовано три рівноцінних за успішністю групи по 15-20 учнів у кожній.

Перша група. Її результат прийнятий за базовий. Він виявився найгіршим, оскільки для засвоєння навчального матеріалу використовувався пасивний метод когнітивної діяльності – читання навчального тексту посібника.

Друга група працювала з електронним варіантом посібника “Елементи теорії графів”, що дозволяло прочитувати навчальний текст, переглядати ілюстрації на екрані комп'ютера. За своєю сутністю цей режим роботи з навчальним матеріалом не відрізняється від вивчення паперового посібника, але за рахунок більш концентрованого і наочного подання навчального матеріалу, зручної форми роботи з ним (гіпертекст, графіка, анімація) є більш ефективним. Для розв'язування типових і нетипових задач перегляд теорії в електронному вигляді дає незначну перевагу в порівнянні з читанням посібника, оскільки діяльність цього рівня вимагає більш активного вивчення навчального матеріалу, ніж багатократне його перечитування, хоч і в концентрованій наочній формі.

Третя група, крім роботи з електронним варіантом посібника “Елементи теорії графів”, використовувала ППЗ *GraphEla*. Основний акцент на цих заняттях був зроблений на побудову, аналіз та інтерпретацію графових моделей з використанням ППЗ *GraphEla*.

Рівень засвоєння знань у кожній із груп визначався як середнє арифметичне суми контрольних балів для кожної групи, нормоване щодо показника першої (базової) групи (рис. 1).



Рис. 1

Головні підсумки проведеного педагогічного дослідження такі:

1. За той самий час навчання якості підготовки при використанні засобів НІТ у порівнянні з різними традиційними (некомп'ютерними) методами може зростати на 10-20% при освоєнні навчального матеріалу на рівні знайомства і на 20-30% при розв'язуванні типових і нетипових задач, причому ефективність засвоєння знань також збільшується (в експерименті на 10-20%).
2. Популярні в даний час форми подання навчальної інформації у вигляді електронних підручників, енциклопедій і т.п., що використовують гіпертекст і

елементи мультимедіа, у порівнянні з відповідними паперовими аналогами, мають явну перевагу в якості підготовки (порядку 10-17%) лише на рівні знайомства з навчальним матеріалом. На рівні ж застосування знань у типових і нетипових ситуаціях навчальний ефект цих нових форм подання навчальної інформації хоча і є, але незначний.

3. Найбільший ефект (до 30%) навчання елементів теорії графів з використанням ППЗ дає у разі, якщо учень залучається до активної когнітивної діяльності щодо осмислення і закріплення навчального матеріалу, застосуванню знань у типових і нетипових ситуаціях.

Формуючий етап педагогічного експерименту дозволив підтвердити гіпотезу про те, що навчання елементів теорії графів у шкільному курсі інформатики на основі раціонального поєднання традиційних і сучасних технологій навчання дає змогу суттєво поглибити теоретичну базу знань учнів з інформатики та формувати основні компоненти їх інформаційної культури.

ВИСНОВКИ

Проведене теоретичне і експериментальне дослідження дозволяє зробити такі висновки.

Вивчення елементів теорії графів у шкільному курсі інформатики на основі сучасних психолого-педагогічних теорій із застосуванням засобів НІТ:

- дає змогу поглибити теоретичну базу знань учнів з шкільного курсу інформатики та забезпечити формування головних компонентів їхньої інформаційної культури;
- дає можливість на основі раціонального поєднання традиційних і нових технологій навчання посилити мотивацію вивчення теоретичного матеріалу і курсу інформатики в цілому, активізувати навчально-пізнавальну діяльність учнів, надати навчанню творчого, дослідницького спрямування, а також посилити прикладну спрямованість результатів навчання інформатики в школі за рахунок:
 - 1) стимулювання розвитку як абстрактного, так і образного мислення, завдяки використанню комп'ютерної графіки та знаково-символьного подання об'єктів;
 - 2) суттєвого посилення міжпредметних зв'язків на основі інтегруючого характеру елементів теорії графів;
 - 3) систематичного використання комп'ютера та відповідного ППЗ для розв'язування практичних та прикладних задач з елементів теорії графів;
 - 4) реалізації індивідуалізованого підходу до навчання;
 - 5) формування навичок користувача інформаційних технологій;
- дозволяє дати учням ширші уявлення про методи вивчення інформаційних властивостей об'єктів реального світу, способи відображення цих об'єктів і зв'язків у вигляді графа, формувати у них уміння “бачити” можливість переведення умови задачі на мову теорії графів, а потім інтерпретувати отримане рішення в термінах вихідної задачі;
- дає можливість вчителю урізноманітнити форми участі учнів у навчальній діяльності та методи опрацювання навчального матеріалу з елементів теорії графів, ефективніше формувати професійно значущі знання, вміння і навички.

Основні методичні підходи до використання ППЗ при вивченні елементів теорії графів полягають:

- в автоматичній побудові різних типів графів, визначення числових характеристик і властивостей графа для ускладнення прикладів, прискорення отримання інформації;
- у комп'ютерних засобах візуалізації графів для забезпечення зручної маніпуляції елементами графа;
- у використанні комп'ютерної анімації, динамічного зображення для ілюстрації залежностей, співвідношень, які не досить точно передаються вербальним шляхом;
- в наочному виконанні алгоритмів на графах за допомогою спеціалізованої комп'ютерної підтримки для відтворення алгоритмів у всій їх складності і різноманітності виконання;
- в наочній демонстрації результатів розв'язування типових задач з теорії графів.

Отримані результати дозволили намітити деякі напрями подальших досліджень:

- розробка та реалізація методики дистанційної освіти з елементів теорії графів для загальноосвітніх шкіл, яка забезпечила б творчу самореалізацію учнів за допомогою телекомунікаційних технологій;
- створення та інформаційне наповнення освітньої web-сторінки з елементів теорії графів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

Основні результати дослідження відображено в таких публікаціях:

1. Івасик В.Б. Елементи теорії графів у шкільному курсі інформатики // Проблеми інформатизації освіти. Збірник наукових праць. – К.: УДПУ, 1997. – С.230-235.
2. Івасик В.Б. Теорія графів як засіб розвитку основ інформаційної культури учнів // Наукові записки: Збірник наукових статей НПУ імені М.П. Драгоманова. Вип 1. – К.: НПУ, 1998. – С.56-63.
3. Івасик В.Б. Вивчення теорії графів з використанням ППЗ "GraphEla" // Наукові записки: Збірник наукових статей НПУ імені М.П. Драгоманова. Вип 2. – К.: НПУ, 1998. – С.80-85.
4. Івасик В.Б. Використання комп'ютера при вивченні теорії графів // Комп'ютер у школі та сім'ї. –1999. –№2. – С.47-50.
5. Івасик В.Б. Вибір програмних засобів для вивчення теорії графів в середній школі // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. –1999. –№3. – С.170-175.
6. Морзе Н.В., Івасик В.Б. Елементи теорії графів. – К.: ТОВ "Курс", 1999. – 64с.
7. Морзе Н.В., Івасик В.Б. Графи як один із напрямів удосконалення шкільного курсу математики // IV міжвузівська науково-практична конференція "Нові інформаційні технології в навчальному процесі загальноосвітньої школи та вузу". (Київ, 15-18 листопада 1995 року.). Тези доповідей. – Київ, 1995. – С.69-70.

Івасик В.Б. Методика навчання елементів теорії графів у шкільному курсі інформатики з використанням педагогічних програмних засобів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.02 – теорія та методика навчання інформатики. – Національний

педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Київ, 2001.

Дисертаційне дослідження присвячене питанням комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання елементів теорії графів у шкільному курсі інформатики.

У дисертації розкрито доцільність вивчення елементів теорії графів в шкільному курсі інформатики, вплив цієї теорії на посилення теоретичної бази знань учнів з інформатики та формування основних компонент їх інформаційної культури. Розглянуто досвід вітчизняної та зарубіжної практики навчання елементів теорії графів у середній школі. Здійснено методичний аналіз програмних засобів з теорії графів з метою їх використання в навчальному процесі. Теоретично і експериментально обгрунтовано комп'ютерно-орієнтовану методичну систему навчання елементів теорії графів. Виявлено особливості та тенденції застосування засобів НІТ при вивченні елементів теорії графів. Розроблено та апробовано педагогічний програмний засіб *GraphEla*.

Ключові слова: елементи теорії графів, шкільний курс інформатики, методична система, комп'ютерно-орієнтований, нові інформаційні технології, інформаційна культура, педагогічний програмний засіб.

Ивасык В.Б. Методика обучения элементов теории графов в школьном курсе информатики с использованием педагогических программных средств. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук по специальности 13.00.02 – теория и методика обучения информатике. –

Национальный педагогический университет имени М.П. Драгоманова, Киев, 2001.

В диссертации раскрыта необходимость изучения элементов теории графов в школьном курсе информатики, влияние этой теории на усиление теоретической базы знаний учеников по информатике и формирование основных компонентов их информационной культуры за счет использования элементов теории графов как средства углубления понимания сущности информации, ее дискретизации; моделирование реальных систем; развитие алгоритмического мышления; развитие прикладного направления школьной информатики.

Рассмотрен опыт отечественной и зарубежной практики обучения элементов теории графов в средней школе. В результате определены такие основные направления использования этой теории в средних учебных заведениях: графы как объект изучения; графы как средство моделирования учебного материала; использование графовых моделей в специальных задачах методики обучения информатике и математике.

Поскольку элементы теории графов не входят в образовательную программу по информатике средней школы, то их изучение возможно на факультативных занятиях. Хотя целесообразно ввести изучение некоторых понятий и вопросов теории графов (например, понятие “дерево”, алгоритм поиска в глубину и в ширину) в общеобразовательную школьную программу по информатике. Значительные дидактические возможности для повышения познавательной активности при изучении элементов теории графов имеют новые информационные технологии обучения. В процессе исследования установлено наиболее значимые особенности и тенденции применения средств новых информационных технологий

при изучении теории графов:

- автоматическое построения различных типов графов, определение свойств и числовых характеристик графа позволяют усложнить примеры, увеличить их количество, ускорить получение информации о свойствах графа, что довольно удобно при объяснении нового материала, понятий, теорем;
- компьютерные средства визуализации графов обеспечивают такие необходимые инструментальные средства и методы удобной манипуляции графами, как построение и удаление элементов графа, задание их взаимного расположения, изменение атрибутов элементов графа и т.п.;
- использование компьютерной анимации, динамического изображения для представления учебного материала по теории графов;
- наглядное исполнение алгоритмов с помощью специализированной компьютерной поддержки позволяет воссоздать алгоритм во всей его сложности и разнообразии вариантов выполнения;
- использование вычислительных, информационных и моделирующих возможностей компьютера для решения задач прикладного характера.

На основе анализа существующих учебных курсов по теории графов, которые используются в зарубежной и отечественной практике, предложено новое содержание учебного материала для проектирования факультативного курса “Элементы теории графов”. Содержание курса “Элементы теории графов” состоит из таких разделов: основные понятия теории графов, алгоритмы на графах, прикладные задачи теории графов. С точки зрения содержания курса сделана общая переориентация на формирование умений и навыков использования компьютера для решения широкого круга задач, которые характерны для теории графов. С точки зрения методики обучения сделан акцент на организацию учебного процесса на основе систематической работы учеников с педагогическим программным средством.

Для компьютерной поддержки изучения элементов теории графов разработано и апробировано педагогическое программное средство *GraphEla*. *GraphEla* представляет собой удобную интерактивную среду и позволяют создавать, редактировать и исследовать графы.

В диссертации проанализировано влияние разнообразных форм учебной деятельности на ее активизацию. В ходе исследования установлено, что активизация обучения учащихся наиболее эффективна при условии, когда они привлекаются к активной когнитивной деятельности по осмыслению и закреплению учебного материала, применению знаний в типичных и нетипичных ситуациях с помощью педагогических программных средств.

Ключевые слова: элементы теории графов, школьный курс информатики, методическая система, новые информационные технологии, информационная культура, педагогическое программное средство.

Ivasyk V.B. Methods of graphs theory elements teaching in a high school computer science course using educational software. – Manuscript.

The candidate of pedagogical sciences degree thesis. Speciality 13.00.02 – theory and

methods of teaching informatics. – Dragomanov National Pedagogical University, Kyiv, 2001.

The thesis deals with merits of graphs theory teaching in a school course of computer science.

It discusses the impact of the theory on students' computer culture. Special attention is given to the building of basic components of the culture. It also covers the topic of strengthening students' knowledge of theoretical foundations of computer science. The dissertation builds upon Ukrainian as well as international experience of graphs theory teaching in high schools. Various software programs are reviewed and their applicability to computer science teaching is methodically analyzed. Advantages of using a computer-oriented methodical system for graphs theory teaching are discussed and the arguments are substantiated by theoretical as well as experimental proofs. Tendencies and peculiarities of using new information technologies in graphs theory teaching are listed and analyzed. A new educational software program, GraphEla, is described along with the results of its application in a computer science course.

Keywords: elements of theory graph, high school computer science course, methodical system, methods of teaching, new information technologies, information culture, educational software.