

УДК37 004(07)

О.Б. Ящик

ВИКОРИСТАННЯ СТАРШОКЛАСНИКАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО СЕРЕДОВИЩА MARLE У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ОСНОВ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ ТА ПРОГРАМУВАННЯ НА РІВНІ ПОГЛИБЛЕНОГО ВИВЧЕННЯ ІНФОРМАТИКИ

У статті розглянуто особливості використання сучасного комп'ютерного середовища Marle під час вивчення алгоритмізації та програмування старшокласниками в класах поглибленого вивчення інформатики; з'ясовано основи роботи з пакетом символічних обчислень Marle у процесі розв'язування задач з алгоритмізації та основ програмування; подано дидактичні завдання для учнів із використанням об'єктно-орієнтованого підходу в системах комп'ютерної математики. Автором схарактеризовано процес формування знань та вмій щодо основних способів організації операцій та даних, а також застосування базових алгоритмічних конструкцій під час складання описів алгоритмів розв'язування різноманітних задач. У статті на конкретних прикладах продемонстровано основні види алгоритмічних процесів і відображено їх синтаксисом Marle; аргументовано доведено вагоме значення використання математичного пакету Marle у навчальному процесі; визначено головні пріоритети застосування системи комп'ютерної математики Marle в процесі навчання алгоритмізації та основ програмування старшокласників у загальноосвітніх навчальних закладах.

Ключові слова: інформаційно-комунікаційні технології, комп'ютерне середовище Marle, основи програмування, комп'ютерна математика, пакет аналітичних обчислень, об'єктно-орієнтоване програмування.

В статье рассмотрены особенности использования современной компьютерной среды Marle при изучении алгоритмизации и программирования старшеклассниками в классах углубленного изучения информатики; установлено основы работы с пакетом символьных вычислений Marle при решении задач по алгоритмизации и основам программирования, представлены дидактические задания для учащихся с использованием объектно-ориентированного подхода в системах компьютерной математики. Автор дает характеристику процессам формирования знаний и умений касательно основных способов организации операций и данных, а также применение базовых алгоритмических конструкций при составлении описаний алгоритмов решения различных задач. В статье на конкретных примерах продемонстрированы основные виды алгоритмических процессов и отражено их синтаксисом Marle; аргументировано целесообразность использования математического пакета Marle в учебном процессе; определены главные приоритеты применения системы компьютерной математики Marle в процессе обучения алгоритмизации и основ программирования старшеклассников в общеобразовательных учебных заведениях.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, компьютерная среда Marle, основы программирования, компьютерная математика, пакет аналитических вычислений, объектно-ориентированное программирование.

In the article peculiarities of modern computer environment Maple usage in the study of algorithmization and programming by high school students in the classes specialized in informatics depth study are considered; basics of work with symbolic computation package Maple in solving problems with algorithms and basics of programming were found; didactic tasks for high school students using object-oriented approach in systems of computer mathematics are described. Process of knowledge and skills formation of the main ways of operations and data organization is characterized by the author, as well as applying basic algorithmic structures in composing algorithms for solving various problems. Main types of algorithmic processes are demonstrated on concrete examples in this article and displayed by Maple syntax; great importance of mathematical package Maple usage in the learning process convincingly demonstrated; main priorities of computer mathematics Maple usage in teaching algorithmization and basics of programming high school students in secondary schools were developed.

Key words: *information and communication technologies, computer environment Maple, basics of programming, computer mathematics, analytical computation package, object-oriented programming.*

Постановка проблеми. У сучасних умовах інформатизації освіти активно використовуються новітні технології з метою підвищення ефективності та якості навчально-виховного процесу в школі, зокрема для посилення інтересу до вивчення дисциплін фізико-математичного профілю.

Аналіз актуальних досліджень. Наразі розроблено значну кількість програмних засобів, які використовуються для розв'язування науково-технічних, інженерних та навчальних задач: *Maple, Maxima, Gran1, Gran2, Mathcad, Derive* та ін. Нині в багатьох навчальних закладах з поглибленим вивченням інформатики читається спецкурс із вивчення систем комп'ютерної математики (СКМ). Як і інші подібні пакети використання *Maple* дає змогу розв'язувати значну кількість математичних, фізичних та інформатичних задач без попереднього програмування. Наприклад, в нього включено пакети підпрограм для розв'язування задач з евклідової геометрії, теорії чисел, комбінаторики, теорії графів, алгоритмізації, програмування та інших розділів інформатики та математики. Це дозволяє приділяти більше уваги на заняттях постановці і методам розв'язування задач, формуванню в учнів навичок самостійних досліджень, розвитку системно-логічного мислення, а безпосередньо обчислення, побудову наочних зображень, анімацію, перебір відповідних структур виконувати автоматично. Сукупність традиційних та інноваційних напрямів упровадження інформаційно-комп'ютерних технологій (ІКТ) в освітній процес привела до утвердження інтегративної концепції використання цих технологій в шкільній та університетській освіті,

яка розглядає ІКТ у першу чергу як засіб розвитку особистості учня (студента), а також як засіб переведення його в режим саморозвитку, що перетворює учня з об'єкта педагогічного впливу в повноправного суб'єкта освітнього процесу і сприяє актуалізації його управлінської діяльності як активного учасника інформатичного процесу всередині освітньої системи [12, с. 32 – 40].

Як зазначає М.І. Жалдак, сучасний розвиток програмного забезпечення комп'ютерів досяг такого рівня, що в багатьох випадках алгоритм досягнення мети може бути побудований автоматично. Особливого значення під час використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі набуває врахування й розвиток неформалізованих, творчих компонентів мислення: реалізація проблемної ситуації чи постановка задачі; самостійне вироблення критеріїв добору необхідних операцій, що приводять до розв'язку та ін. [5, с. 98].

Мета статті – проаналізувати умови та особливості використання сучасного комп'ютерного середовища *Maple*.

Виклад основного матеріалу. Мета навчання алгоритмізації – сформувати знання та вміння щодо основних способів організації операцій і даних, а також застосування базових алгоритмічних конструкцій у процесі складання описів алгоритмів розв'язування різноманітних задач [10, с. 3]. Розв'язування алгоритмічних задач старшокласниками формує в них навички представлення заданого процесу у вигляді скінченного числа дій, які ведуть до кінцевої мети, і екстраполяції даного підходу на розв'язування будь-яких завдань у процесі майбутньої самостійної діяльності, що розвиває системно-логічне мислення та формує інформатичні компетентності старшокласників.

Питання методики алгоритмізації і програмування розглядали І.Ф. Следзінський, А.М. Ломакович, Ю.С. Рамський, Р.І. Зароський, Н.В. Морзе, Н.Л. Салангіна та ін.

Під час вивчення основ алгоритмізації увага повинна приділятися насамперед [10, с. 3]:

- виявленню загальних закономірностей і принципів алгоритмізації;
- основним етапам розв'язування задач за допомогою сучасних інформаційних технологій;
- аналізу поставленої задачі, методам формалізації та моделювання реальних процесів та явищ;
- добору виконавця поставленої задачі з огляду на те, що він є також певним об'єктом із притаманними йому властивостями й на-

бором допустимих операцій, які слід аналізувати з метою правильного та ефективного їх використання;

– методам та засобам формалізованих описів дій виконавця, сучасним засобам їх конструювання та реалізації за допомогою комп'ютера.

Проблемам доцільності, можливості, обсягу, форм і методів використання сучасних інформатичних технологій у процесі навчання шкільного курсу математики та інформатики присвячено значну кількість досліджень, розроблено методичні рекомендації щодо навчання конкретних інформатичних і математичних дисциплін з використанням інформаційно-комунікативних технологій. Застосуванню систем комп'ютерної математики, зокрема навчального призначення присвячені праці таких науковців, як Н.О. Бугаєць, О.Л. Дрозденко, М.І. Жалдак, М.Н. Кірсанов, Н.М. Кузьміна, Ю.С. Рамський, М.В. Рафальська, С.О. Семеріков, Ю.В. Триус та ін.

Зокрема М.Н. Кірсанов розглядає можливості використання системи комп'ютерної математики *Maple* для розв'язування задач з теорії графів [7]. Як уважає Н.О. Бугаєць, інформатизація як вирішальний фактор розвитку сучасного суспільства потребує підготовки кваліфікованих кадрів, здатних використовувати у своїй професійній діяльності всі досягнення в галузі інформатичних технологій. Серед сучасних інформатичних технологій особливе місце посідають технології програмування. Візуальне програмування – один із сучасних напрямів програмування. У його основі – об'єктно-орієнтований підхід до описання процесів (явищ), який є одним з найбільш ефективних та зручних і використовується сьогодні програмістами для створення великих програмних систем [1, с. 96 – 103]. У своїх працях О.Л. Дрозденко досліджує використання пакету символічних обчислень *Maple* при розв'язуванні деяких задач аналітичної геометрії і наголошує, що ця програма забезпечує користувачу зручне інтелектуальне середовище для математичних досліджень та на сьогодні є потужною обчислювальною системою, призначеною для виконання складних різноманітних проектів [4, с. 55 – 59].

Отже, проблема практичного використання пакета *Maple* достатньо розроблена, однак залишається маловивченим питання його застосування у школі, зокрема з метою вивчення учнями основ алгоритмізації та програмування. Як доводить практика, впровадження СКМ у процесі навчальної діяльності старшокласників сприяє ефективній реалізації принципів диференціації та індивідуалізації навчання; підвищенню мотивації навчання; поліпшеній організа-

ції і підвищенню ефективності класної та позаурочної роботи учнів; засвоєнню нових засобів пізнавальної діяльності, нових методів і прийомів наукового пізнання, які ґрунтуються на використанні інформатичних комп'ютерних технологій, що сприяють розвитку системно-логічного мислення; поліпшує міжпредметні зв'язки інформатики та математики.

У процесі вивчення алгоритмізації та програмування з допомогою СКМ учням необхідно знати:

- основні поняття: алгоритм, слідування, розгалуження, оператори присвоєння, цикли, масиви, процедури, функції, рядки;
- основні алгоритмічні структури;
- можливості використання СКМ;
- основні поняття мови програмування *Maple*;
- межі застосування та властивості вбудованих процедур і функцій.

Учні повинні вміти:

- побудувати алгоритм розв'язку задачі;
- реалізувати основні алгоритмічні структури з допомогою операторів *Maple*;
- розв'язувати задачі, використовуючи основні типи алгоритмічних процесів: лінійні, циклічні, з розгалуженнями;
- розв'язувати задачі з масивами та рядками;
- описувати та використовувати під час розв'язання задач процедури та функції;
- створювати графічні об'єкти та їх анімацію;
- розв'язувати комбіновані задачі.

Учень, використовуючи пакет *Maple*, розв'язує поставлену перед ним задачу, і таким чином у нього не виникає психологічного бар'єру у застосуванні інформатичного та математичного апарату. В учнів, які поглиблено вивчають алгоритмізацію та програмування, поліпшується сприйняття абстракцій і розуміння навчального матеріалу, формуються інформатичні компетентності. Розв'язування задач прикладного характеру з використанням об'єктно-орієнтованого підходу в таких системах надає знанням і вмінням учнів практично значущого характеру та сприяє формуванню системно-логічного мислення.

Розглянемо на прикладах основні типи алгоритмічних процесів: лінійні, циклічні, з розгалуженнями.

Продемонструємо команди розгалуження (скорочену та повну) алгоритмічною мовою і відобразимо їх синтаксисом *Maple*:

Алгоритмічна мова [15, с. 22]:

```

Якщо <умова>
  то <серія 1>
все
Якщо <умова>
  то <серія 1>
  інакше <серія 2>
все

```

СКМ *Maple*:

```

if <умова>
  then <серія 1>
end if
if <умова>
  then <серія 1>
  else <серія 2>
end if

```

Розглянемо на прикладі обчислення значення функції в *Maple* рис. 1, використовуючи розгалуження.

Задаємо функцію (1), застосовуючи об'єкт `plot` (1) виконуємо побудову графіка функції. Присвоївши значення змінній `x` і описавши функцію у вигляді розгалуження, отримуємо значення функції в заданій точці.

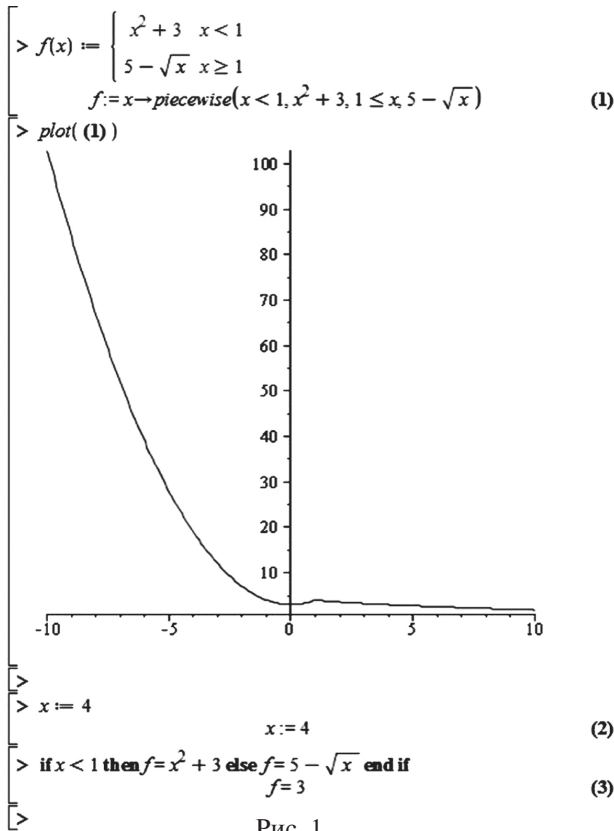


Рис. 1

Також в СКМ *Maple* можна описувати алгоритми з розгалуженням різних типів, використовуючи вбудовані об'єкти.

СКМ *Maple* можна використовувати для розв'язування задач усіх типів циклічних алгоритмів, які є стандартними для мов програмування. Розглянемо деякі з них:

Алгоритмічна мова [15, С. 22 – 23]:

СКМ *Maple*:

Команда повторення – цикл «поки»:

поки <умова>	while <умова>
пц	do <серія>
<серія>	end do
кц	

Команда повторення з параметром – цикл «для»:

для x від $x_{\text{поч}}$ до $x_{\text{кін}}$ [крок $x_{\text{крок}}$]	for <ім'я> from $x_{\text{поч}}$ by $x_{\text{крок}}$
пц	to $x_{\text{кін}}$ <серія>
<серія>	end do
кц	

Команда вибору:

вибір	
при <умова 1>: <серія 1>	if <умова 1> then <серія 1>
при <умова 2>: <серія 2>	elif <умова 2> then <серія 2>
.....
при <умова k >: <серія k >	elif <умова k > then <серія k >
[інакше <серія>]	else <серія>
все	end if

Наприклад, розв'язуючи задачу про вибірку простих чисел від 1 до n , можна використати як об'єкт вбудовану функцію під назвою *Maple IsPrime*, яка повертає значення істини, якщо її аргумент простий та непомилковий. Для розв'язування цієї задачі використовуємо цикл з параметром та команду розгалуження. Ми описуємо процедуру як *prosti*.

Цикл повторюватиметься з початку, поки змінна i не набуде всіх значень та стане рівною n . На рис. 2 показано виконання програми для $n = 10$.

Ще один приклад використання циклу з параметром та вбудованого оператора композиції @ для складання й обчислення ланцюгового радикала.

Цикл повторюватиметься з початку, поки змінна k не набуде всіх значень та стане рівною 10. На рис. 3 показано виконання програми.

На цих простих прикладах ми бачимо, що синтаксис *Maple* схожий з мовами програмування високого рівня, звичайно є деякі від-

```

> prosti := proc(n)
  local i;
  for i from 1 to n do
    if isprime(i) = true then print(i); fi;
  od;
end;

```

```

prosti := proc(n) (1)

```

```

  local i;
  for i to n do
    if isprime(i) = true then print(i)
    end if
  end do
end proc
=
> prosti(10);

```

2

3

5

7

(2)

=

->

Рис. 2

```

> f := x -> sqrt(1+x);

```

```

f = x ->  $\sqrt{1+x}$ 

```

```

> f(f(0));

```

```

 $\sqrt{2}$ 

```

```

> f(f(f(0)));

```

```

 $\sqrt{1+\sqrt{2}}$ 

```

```

> (f@@10)(x);

```

```

 $\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+x}}}}}}}}}}$ 

```

```

> for k from 1 to 10 do (f@@k)(0) = evalf((f@@k)(0)); od;

```

1 = 1.

```

 $\sqrt{2} = 1.414213562$ 

```

```

 $\sqrt{1+\sqrt{2}} = 1.553773974$ 

```

```

 $\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{2}}} = 1.598053182$ 

```

```

 $\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{2}}}} = 1.611847754$ 

```

```

 $\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{2}}}}} = 1.616121206$ 

```

Рис. 3

мінності, проте вони легко сприймаються користувачем, а об'єкти які є в *Maple* спрощують розв'язування алгоритмів та написання програм.

Програма *Maple* — одна з небагатьох систем комп'ютерної математики, що містить засоби програмування, які можна використовувати для розробки програмних додатків навчального призначення з графічним інтерфейсом. Ця програма досі є одним із лідерів серед універсальних систем символічних обчислень. Вона надає користувачеві зручне інтелектуальне середовище для різноманітних досліджень будь-якого рівня і користується особливою популярністю в науковій сфері.

Maple є практичним середовищем для комп'ютерних експериментів, у процесі яких апробуються різні підходи до розв'язування задачі, аналізується розв'язування, а за необхідності програмування підбираються більш удалі елементи, що спрощує розв'язування поставлених перед учнями завдань. Пакет дозволяє створювати інтегровані середовища за участю інших систем та універсальних мов програмування високого рівня. Коли розрахунки здійснено і потрібно оформити результати, то можна використовувати ресурси цього пакету з метою візуалізації даних і підготовки ілюстрацій для публікації. Для завершення роботи залишається підготувати друкований матеріал (звіт, статтю тощо). Це можливо в середовищі *Maple*. Робота проходить безпосередньо — користувач вводить команди і тут же бачить на екрані результат їх виконання. При цьому пакет *Maple* відрізняється від традиційних середовищ програмування, де потрібно чітко описувати всі змінні і дії з ними. Тут автоматично забезпечується вибір відповідних типів змінних і перевіряється коректність виконання операцій.

Систему *Maple* можна використовувати і на найелементарнішому рівні її функціональності — як надзвичайно потужний калькулятор для обчислень згідно із заданими формулами, але основним її пріоритетом є здатність виконувати алгебраїчні дії в символічному вигляді, тобто так, як це робить людина. Під час роботи з дробами і коренями програма не приводить їх у процесі обчислень до десяткового вигляду, а виробляє необхідні скорочення і перетворення у стовпчик, що дозволяє уникнути помилок при округленні. Для роботи з десятковими еквівалентами в системі *Maple* існує спеціальна команда, що апроксимує значення виразу у форматі чисел з плаваючою комою. Використовуючи систему *Maple*, можна обчислювати скінченні та нескінченні суми й добутки, виконувати обчислювальні

операції з комплексними числами, обчислювати числові значення елементарних функцій, а також вона містить чимало спеціальних функцій і математичних констант, що дозволяє ергономічно використовувати час на уроках поглибленого вивчення інформатики. *Maple* також підтримує сотні спеціальних функцій та констант, які зустрічаються в багатьох сферах математики, науки і техніки, що підсилює міжпредметні зв'язки та дає змогу використовувати пакет не лише на уроках з інформатики. З метою технічних застосувань в *Maple* включені довідники фізичних констант та одиниці фізичних величин з автоматичним перерахунком формул. Дуже ефективно використання *Maple* під час навчання математики та фізики старшокласників. Потужна функціональність цієї системи символічної математики поєднується із засобами математичного чисельного моделювання та з широким спектром графічної візуалізації рішень, що дає можливість для розв'язування значної кількості задач, зокрема з алгоритмізації та програмування.

Так, ми бачимо, що такі системи, як *Maple*, можна застосовувати як у викладанні, так і для самоосвіти під час вивчення математики та інформатики у класах з поглибленим вивченням інформатики від самих азів до складних вершин вищої математики та основ програмування.

Система *Maple* використовує процедурну мову 4-го покоління (4GL). Ця мова спеціально призначена для швидкої розробки різноманітних підпрограм і всіляких додатків для користувача. Синтаксис даної мови аналогічний синтаксису універсальних мов високого рівня: *C*, *Fortran*, *Basic* і *Pascal*. Одночасно в середовищі *Maple* можна підготувати і документацію для додатка, також ресурси пакету дозволяють створювати технічні документи професійного вигляду, що містять текст, математичні обчислення, графіки, малюнки і навіть звук. Учні можуть створювати документи і презентації, додаючи різні компоненти, і, нарешті, публікувати документи в Інтернеті та розгортати безпосередні обчислення в Мережі, використовуючи сервер *MapleNet*.

В останніх версіях *Maple* розширено функціональні пакети та збільшено кількість готових об'єктів для різних методів розв'язання математичних і алгоритмічних задач, вони отримали більш зручний графічний інтерфейс, удосконалені інструменти візуалізації та побудови графіків, а також розширені можливості засобів програмування (зокрема інтеграцією з універсальними мовами програмування). Використання СКМ сприяє підвищенню ефективності процесу ви-

вчення старшокласниками основ алгоритмізації та програмування в класах з поглибленим вивченням інформатики. Пакет *Maple* достатньо поширений в університетах провідних наукових держав, дослідницьких центрах і компаніях. Програма постійно розвивається, охоплюючи нові розділи математики, набуваючи нових функцій і забезпечуючи поліпшену сферу для дослідницької роботи. Усі ці можливості в поєднанні з доступним і зручним для користувача інтерфейсом, потужною довідковою системою роблять *Maple* першокласним програмним середовищем для розв'язування найрізноманітніших задач, здатним надати учням дієву допомогу під час виконання навчальних завдань.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У ракурсі даного дослідження ми дійшли висновків, що СКМ *Maple* доцільно використовувати у процесі навчання алгоритмізації та програмування старшокласників. У цій системі оригінальні символічні компоненти поєднуються з простою для сприймання учнів структурною мовою програмування, саме тому комп'ютерне середовище *Maple* доцільно використовувати як для розв'язання нескладних задач, так і для серйозних проектів під час навчання алгоритмізації та програмування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бугаєць Н. О. Використання програм математичного призначення для знаходження екстремумів функцій / Н. О. Бугаєць // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2, Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання / М-во освіти і науки України, Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2011. – Вип. 10 (17). – С. 96 – 103.
2. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения. Совместное издание «Диалектика» Киев и АО «ИВК» Москва, 1992. – 519 с.
3. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ с примерами приложений на C++. М. : Бинум, СПб : Невский диалект. – 1998. – 560 с.
4. Дрозденко О. Л. Використання пакету символічних обчислень Maple при розв'язуванні деяких задач аналітичної геометрії / О. Л. Дрозденко / Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : Зб. наукових праць / Редрада. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2007. №5 (12). – С. 55 – 59.
5. Жалдак М. І., Горошко Ю. В., Вінниченко Є. Ф. Математика з комп'ютером : посібник для вчителів. – К. : РННЦ «ДІНІТ». – 2004. – 255 с.
6. Кинг Д. Создание эффективного программного обеспечения. – М. : Мир, 1991. – 288 с.
7. Кирсанов М. Н. Графы в Maple. Задачи, алгоритмы, программы. / М. Н. Кирсанов // Издательство : М. р. – 168 с.

8. Кузнецов А. Б. Методика обучения учащихся классов с углубленным изучением информатики объектно-ориентированному проектированию программ : Дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 Екатеринбург, 1999. – 268 с.
9. Лапчик М. П. Введение в программирование. – М. : Просвещение, 1979. – 144 с.
10. Морзе Н. В. Методика навчання інформатики. Ч. 4. Методика навчання основ алгоритмізації та програмування. – К. : Навчальна книга, 2004. – 368 с.
11. Новоженев Ю. В. Объектно-ориентированные технологии разработки сложных программных систем. – М., 1996. – 114 с.
12. Рамський Ю. С. Зміни в професійній діяльності вчителя в епоху інформатизації освіти / Рамський Ю. С. // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : Зб. наукових праць / Редрада. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2007. – № 5(12). – С. 10 – 12.
13. Салангина Н. Л. Реализация линии алгоритмизации в курсе «Языки и методы программирования» физико-математических специальностей педвузов. Дисс. ... канд. пед. наук. – Москва, 1999. – 157 с.
14. Семакин И. Г., Шестаков А. П. Основы программирования : Учебник. – М. : Мастерство, 2002. – 432 с.
15. Техніка обчислень і алгоритмізація : Навчальний посібник / І. Ф. Слєдзінський, А. М. Ломакович, Ю. С. Рамський, Р. І. Зароський. – К. : Вища школа, 1991 – 199 с.
16. Тимофеевская М. Изучаем программирование. – Питер, 2002. – 384 с.
17. Хьюз Дж., Мичтом Дж. Структурный подход к программированию. – М. : Мир, 1980. – 280 с.
18. Ящик О. Б. Формування системно-логічного мислення старшокласників як міждисциплінарна проблема. – Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка – серія «Педагогіка», 2011. – №5. – С. 137 – 145.
19. <http://www.maplesoft.com/products/maplenet/uses.aspx>