

Міністерство освіти і науки України

Віктор ГРИГОРОВИЧ

Алгоритмізація та програмування

Том 1

Основні поняття.

**Керування порядком обчислень. Функції та рекурсія
Системи контролю версій. Системи автоматичного тестування**

ПІДРУЧНИК

Для студентів, що навчаються за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
спеціальностей F4 «Системний аналіз та наука про дані» та
F6 «Інформаційні системи та технології»

За науковою редакцією д.т.н., професора Володимира ПАСІЧНИКА

Затверджено Науково-методичною радою
Національного університету “Львівська політехніка”

Формули, цитати, тексти перекладів, ілюстрації, цифровий та інший фактичний матеріал і
бібліографічні відомості перевірено, зауваження рецензентів ураховано.

Видавництво «Магнолія – 2006»

УДК 004.421 (075.8)

*Відтворення цієї книги або будь-якої її
частини заборонено без письмової
згоди видавництва.
Будь-які спроби порушення авторських
прав будуть переслідуватися у
судовому порядку.*

*Затверджено Науково-методичною радою
Національного університету «Львівська політехніка»
як підручник для студентів спеціальності
F4 «Системний аналіз та наука про дані» та F6 «Інформаційні системи і технології»
(Протокол № 89 від «20» червня 2025 р.)*

Рецензенти

Дмитро ДОСИН, доктор техн. наук, професор кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка»;
Світлана КОСТЕНКО, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри математичного моделювання соціально-економічних процесів факультету прикладної математики та інформатики Львівського національного університету імені Івана Франка;
Дмитро УГРИН, доктор техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних наук навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Г83 Алгоритмізація та програмування. Том 1: Основні поняття. Керування порядком обчислень. Функції та рекурсія. Системи контролю версій. Системи автоматичного тестування. Підручник для студентів, що навчаються за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, спеціальностей F4 «Системний аналіз та наука про дані» та F6 «Інформаційні системи та технології». / Укл.: Григорович Віктор Геннадійович – Львів: «Магнолія 2006» – 386 с.

ISBN 978-617-574-319-5

Дисципліна «Алгоритмізація та програмування» вивчається на першому курсі, – з цієї дисципліни розпочинається цикл предметів, що стосуються програмування та розробки програмного забезпечення.

В підручнику містяться теоретичні відомості, приклади, методичні вказівки з їх розв'язування, питання і завдання з контролю знань з дисципліни «Алгоритмізація та програмування».

ISBN 978-617-574-319-5

© Григорович В.Г.
© Видавництво ПП "Магнолія 2006"

Зміст

Передмова наукового редактора серії підручників та навчальних посібників «КОМП'ЮТИНГ».....	5
Вступ.....	12
Розділ 1. Основні поняття (комп'ютерні системи, системи числення та бітові операції).....	16
1.1. Теоретичні відомості.....	16
1.1.1. Будова комп'ютерних систем.....	16
1.1.2. Системи числення та бітові (розрядні) операції.....	32
1.2. Питання та завдання для контролю знань.....	42
Розділ 2. Лінійні програми. Системи контролю версій.....	45
2.1. Теоретичні відомості.....	45
2.1.1. Мови програмування.....	45
2.1.2. Лінійні програми.....	52
2.2. Питання та завдання для контролю знань.....	76
Розділ 3. Розгалуження.....	82
3.1. Теоретичні відомості.....	82
3.1.1. Булеві операції та вирази.....	82
3.1.2. Елементи блок-схем та UML-діаграм дій.....	86
3.1.3. Команди та конструкції керування порядком обчислень.....	90
3.1.4. Математичні відомості для виконання лабораторних завдань.....	105
3.2. Питання та завдання для контролю знань.....	111
Розділ 4. Цикли.....	114
4.1. Теоретичні відомості.....	114
4.1.1. Базові алгоритмічні структури.....	114
4.1.2. Цикли.....	115
4.1.3. Форматний вивід.....	128

4.1.4. Генерування випадкових чисел	136
4.1.5. Пояснення до прикладів та лабораторних завдань	137
4.2. Питання та завдання для контролю знань	145
Розділ 5. Організація функцій. Рекурсія. Автоматизоване тестування	150
5.1. Теоретичні відомості	150
5.1.1. Структурна, модульна та процедурно-орієнтована методологія розробки програм	150
5.1.2. Функції та модульна організація програм	155
5.1.3. Посилання	184
5.1.4. Атрибути ідентифікаторів	188
5.1.5. Унарна операція доступу :: – розширення області дії	207
5.1.6. Рекурсія	208
5.1.7. Особливості використання функцій в C/C++	225
5.1.8. Структурна схема програми	232
5.1.9. Системи автоматизованого тестування	234
5.2. Питання та завдання для контролю знань	263
Додатки	268
Д.1. Інтегровані середовища програмування	268
Д.1.1. Поняття та основні складові частини інтегрованих середовищ програмування	268
Д.1.2. Середовище Microsoft Visual Studio	269
Д.2. Системи контролю версій	293
Д.2.1. Поняття та призначення систем контролю версій	293
Д.2.2. Система контролю версій git	293
Предметний покажчик	380
Література	384

Передмова наукового редактора серії підручників та навчальних посібників «КОМП'ЮТИНГ»

Шановний читачу!

Започатковуючи масштабний освітньо-науковий проект підготовки і видання серії сучасних підручників і навчальних посібників під загальною назвою «КОМП'ЮТИНГ» та із загальним методичним патрунуванням його Інститутом інноваційних технологій та змісту освіти МОН України, мені як ініціатору та науковому керівнику неодноразово доводилось прискіпливо аналізувати загальну ситуацію в царині сучасного українського підручника комп'ютерно-інформатичного профілю. Загалом, позитивна тенденція останніх років ще не співмірна з надзвичайно динамічним розвитком як освітньо-наукової та виробничої сфери комп'ютингу, так і стрімким розширенням потенційної цільової читачкої аудиторії цього профілю. Іншими словами, попередній аналіз засвідчує наявність значного соціального замовлення під реалізацію пропонованого вашій увазі проекту.

Ще одним фактором формування освітньо-наукової ініціативи, пропонованої групою відомих вітчизняних науковців-педагогів та практиків, які організовують наукові дослідження, готують фахівців та провадять бізнес в галузі комп'ютингу, постало завдання широкомасштабного включення Української вищої школи до загальноєвропейських і всесвітніх об'єднань, структур і асоціацій. Виконуючи функцію науково-технічного локомотиву суспільства, галузь комп'ютингу невідворотно зобов'язана зіграти роль активного творця загальної освітньо-наукової платформи, яка має бути методологічно-об'єднавчою та професійно-інтеграційною основою для багатьох сфер людської діяльності.

Третім суттєвим фактором, який спонукав започаткувати пропоновану серію підручників і навчальних посібників, є об'єктивно визріла ситуація, коли фахівцям та науковцям треба подати чіткий сигнал щодо науково-методологічного осмислення та викладення базових знань галузі комп'ютингу як освітньо-наукової, виробничо-економічної та сервісно-обслуговувальної сфери.

Читаач, безсумнівно, зверне увагу на нашу послідовну промоцію нового терміну «КОМП'ЮТИНГ» (computing, англ.), який є вдалим та комплексно узагальнювальним для означення галузі знань, науки, виробництва, надання відповідних послуг та сервісів, видається доречним подати ретроспективу як самого терміну комп'ютинг, так і широкої освітньої, наукової, бізнесової та виробничої сфери діяльності, що іменується комп'ютигом.

Уперше термін «комп'ютинг» уведений 1998 р. Яном Фостером з Арагонської національної лабораторії Чиказького університету та Карлом Кесельманом з Інституту інформатики штату Каліфорнія (США) та запропонований для означення комплексної галузі знань, яка включає проектування та побудову апаратних і програмних систем для широкого кола застосувань: вивчення процесів, структур і керування інформацією різних видів; виконання наукових досліджень із застосування комп'ютерів та їх інтелектуальності; створення і використання комунікаційних та демонстраційних засобів, пошуку та збирання інформації для конкретної мети і т. ін.

У подальшому сфера використання терміну суттєво розширилась, зокрема, в освітньо-науковій царині його почали використовувати для означення відповідної галузі знань, для якої періодично (орієнтовно щодесять років) провідними університетами та професійними асоціаціями фахівців розробляються та імплементуються навчальні плани і програми, котрі в подальшому набувають статусу міжнародно визнаних освітньо-професійних стандартів. Зокрема, варто акцентувати увагу на версіях підсумкового документу «Computing CURRICULA» 2001 р. За окремими повідомленнями можна стверджувати, що черговий збірник стандартів «Computing CURRICULA» буде поданий професійному загалу до 2011 р. Перше організаційне засідання відповідних фахових робочих груп відбулось у Чиказькому університеті влітку 2007 р.

Для формування цілісного однорідного подання суті «КОМП'ЮТИНГУ» ми базуємось на сучасних наукових уявленнях з максимально можливим строгим покомпонентним викладенням основних базових означень та понять, які склались історично і є загальновизнаними в професійних колах. Водночас для побудови цілісної зваженої картини ми використали певні узагальнення та загальносистемні класифікаційні підходи.

Безсумнівно, що базовим та фундаментальним поняттям було, є і залишається поняття ІНФОРМАТИКИ (informatique – франц.) як фундаментальної науки, котра вивчає найбільш загальні закони та закономірності процесів відбору, реєстрації, збереження, передавання, захисту, опрацювання та подання інформації. Як фундаментальна наука інформатика була подана в 70-х рр. ХХ ст. При цьому хочу відразу ж застерегти від примітивного ототожнення, яке часто є наївно вживаним щодо еквівалентності понять «інформатика» (informatique – франц.) та «комп'ютерні науки» (computer science – англ.). Такі ототожнення, з певною мірою наближення, можливі щодо розширеного сучасного трактування інформатики як загалом прикладної науки про обчислення, збереження, опрацювання інформації та побудову прикладних інформаційних технологій і систем на їх базі. Таке трактування є характерним в ряді європейських країн. Строге ж означення та подання предмету досліджень інформатики, а саме – інформації, має справу з фундаментальним не редукованим поняттям і фіксується у словниках як «informatio» (лат.) – відомості, повідомлення. Вивченням та всестороннім аналізом сутності інформації опікується наука, що називається «теорія інформації». На нашу думку, основною принциповою відмінністю між інформатикою та комп'ютерними науками є те, що перша в своєму первинному поданні відноситься до категорії фундаментальних наук, як то фізика, математика, хімія і т. ін. У той же час комп'ютерні науки загалом за своєю сутнісною природою та всіма наявними ознаками належать до категорії прикладних наук, які базуються на фундаментальних законах та закономірностях інформаційних процесів, котрі вивчаються в рамках фундаментальної науки інформатики.

Особливо наголосимо на тому, що фундаментальна наука та її результати не призначені для безпосереднього промислового використання.

Для комп'ютерних наук характерною ознакою виділення їх у спектрі прикладних наук є об'єкт прикладення знань, умінь та навичок у контексті конкретного об'єкту – обчислювача (комп'ютера). Іншою відокремленою прикладною науковою галуззю, що базується на підвалинах інформатики, є розділ прикладних наук, основним об'єктом яких є сам процес обчислень. Це науки, які іменуються обчислювальними науками – «computationally science»

(англ.). Традиційно сюди відносять обчислювальну та комп'ютерну математику.

Третьою прикладною науковою галуззю, яка ґрунтується на фундаментальних законах інформатики, є розділ прикладних наук, основним об'єктом яких є інформаційний ресурс (у сучасній літературі часто вживається поняття «контент» (content, англ.) у розумінні інформаційного наповнення. Ці прикладні науки одержали назву «інформаційні науки» (information science, англ.).

У галузі прикладних інформаційних наук базовий об'єкт досліджень, а саме інформаційний ресурс, подається, як правило, у формі даних та знань. За спрощеною формулою означатимемо дані як матеріалізовану інформацію, тобто інформацію, яку подано на матеріальних носіях, знання як суб'єктивізовану інформацію, тобто інформацію, яка природно належить суб'єкту, і в традиційному розумінні перебуває в людській пам'яті.

Узагальнюючи класифікаційно-ознакову схему, стверджуємо, що на базі фундаментальної науки ІНФОРМАТИКИ формуються три прикладні наукові галузі, а саме: комп'ютерні науки, обчислювальні науки та інформаційні науки з відповідними об'єктами досліджень у своїх сферах.

Ще раз підкреслимо, що результати фундаментальних наукових досліджень не призначені для безпосереднього промислового використання, у той же час результати прикладних наукових досліджень, як правило, призначені для створення та удосконалення нових технологій.

Гносеологічний аналіз подальшого формування інженерного рівня сфери КОМП'ЮТИНГУ невідворотно веде до структурного подання базових типів інженерій, які трактуються у класичному розумінні. ІНЖЕНЕРІЯ (майстерний – від лат. *ingeniosus*) – це наука про проектування та побудову (чит. створення) об'єктів певної природи. У цьому контексті природними для сфери «КОМП'ЮТИНГУ» є декілька видів інженерії.

Мова йтиме про:

- КОМП'ЮТЕРНУ ІНЖЕНЕРІЮ (computer engineering, англ.), яка охоплює проблематику проектування та створення об'єктів комп'ютерної техніки;

- ПРОГРАМНУ (software engineering, англ.), яка опікується проблематикою проектування та створення об'єктів, що іменуються програмними продуктами;
- ІНЖЕНЕРІЮ ДАНИХ ТА ЗНАНЬ (data & knowledge engineering, англ.), інженерію, яка опікується проектуванням та створенням інформаційних продуктів;
- інженерію, яка опікується проектуванням та створенням міжкомпонентних (інтерфейсних) взаємозв'язків та формуванням цілісних системних об'єктів, усе частіше іменують СИСТЕМНОЮ ІНЖЕНЕРІЄЮ (systems engineering, англ.).

У разі такого структурно-класифікаційного подання видів інженерій сфери комп'ютингу, зазначимо, що кожен з них у цьому трактуванні є «відповідальним» за певний тип забезпечення, а саме: апаратного (hardware, англ.), програмного (software, англ.), інформаційного (dataware, англ.) та міжкомпонентного (middleware, англ.). Інформаційну технологію (ІТ) можна трактувати як певну точку в чотиривимірному просторі зазначених інженерій. При цьому необхідно обов'язково зважити на певну частку наближення та інтерпретації цього простору як дискретного та неметричного.

У зв'язку з поширеним різночитанням та трактуванням поняття інформаційної технології (ІТ), видається необхідним детальніше подати сутнісну структуру цього терміну, використовуючи при цьому термінологічні статті популярного інформаційного ресурсу, яким є Wikipedia – [<http://www.wikipedia.org/>].

Технологія (від грецького techne – мистецтво, майстерність, вміння та грецького logos – знання) – сукупність методів та інструментів для досягнення бажаного результату, спосіб перетворення чогось заданого в необхідне. Технологія – це наукова дисципліна, в рамках якої розробляються та удосконалюються способи й інструменти виробництва.

У широкому розумінні – це знання, які можна використати для виробництва продуктів (товарів та послуг) з економічних ресурсів. У вузькому розумінні – технологія подається як спосіб перетворення речовини, енергії, інформації в процесі виготовлення продукції, обробки та переробки матеріалів, складання готових виробів, контроль якості та керування.

Технологія включає в себе методи, прийоми, режими роботи, послідовість операцій та процедур. Вона тісно взаємопов'язана із засобами, що застосовуються, обладнанням, інструментами, використовуваними матеріалами. За методологією ООН – технологія в чистому вигляді охоплює методи та техніку виробництва товарів і послуг (dissembled technology, англ.). Втілена технологія охоплює машини, обладнання, споруди, виробничі системи та продукцію з високими техніко-економічними параметрами (embodied technology, англ.). Матеріальна технологія (МТ) створює матеріальний продукт. Інформаційна технологія (ІТ) створює інформаційний продукт на основі інформаційних ресурсів.

Інформаційні технології використовують комп'ютерні та програмні засоби для реалізації процесів відбору, реєстрації, подання, збереження, опрацювання, захисту та передавання інформації – інформаційного ресурсу у формі даних та знань – з метою створення інформаційних продуктів.

Аналітична картина видаватиметься незавершеною, якщо не означити ще одну базову сутність сфери комп'ютингу, якою є інформаційна система. Не претендуючи на абсолютну точність пропонованого твердження, розглядатимемо інформаційну систему як множину координат у чотиривимірному просторі інженерій сфери комп'ютингу. Тобто інформаційну систему (ІС) подаємо як певний набір інформаційних технологій, що в комплексі зорієнтовані на досягнення певної системної мети, виконуючи задані функції та пропонуючи при цьому споживачам якісні інформаційні продукти та сервіси.

У свою чергу, для всіх штучних інформаційних систем притаманними є чотири життєві фази їхнього формування та функціонування. Йдеться про фази системного аналізу, системного проектування, системної інтеграції та системного адміністрування, які генерують відповідні вимоги до професійної підготовки та практичної орієнтації фахівців у царині інформаційних систем. Ринок потребує системних аналітиків, системних проектувальників, системних інтеграторів та системних адміністраторів.

Комплексний виклад структурованого подання галузі «КОМП'ЮТИНГУ» дозволяє, загалом, чіткіше уявити проблематику та тематику підручників та навчальних посібників, котрі будуть виходити в світ у однойменній освітньо-науковій серії в 50-ти книгах. Для кращого розуміння в майбутньому ще раз

наведемо означення сфери «КОМП'ЮТИНГУ» як галузі знань (науки, виробництва, бізнесу та надання послуг), предметом якої є комплексні дослідження, розроблення, впровадження та використання інформаційних систем, складовими елементами яких є інформаційні технології, що реалізовані на основі сучасних інженерних досягнень комп'ютерної інженерії, інженерії програмного забезпечення, інженерії даних та знань, системної інженерії, котрі базуються на фундаментальних законах та закономірностях інформатики.

Автори підручників і навчальних посібників серії «КОМП'ЮТИНГ» пропонують значний перелік навчальних дисциплін, котрі, з одного боку, включаються до сфери комп'ютингу за означенням, а, з іншого боку, їх предмет ще не знайшов якісного висвітлення у вітчизняній навчальній літературі для вищої школи. Перший крок ми робимо у 2008–2009 рр., виданням принаймні десяти книг серії з подальшим її п'ятикратним розширенням до 2011 р. Структурно серія подається узагальненими профілями як то:

- *фундаментальні проблеми комп'ютингу;*
- *комп'ютерні науки;*
- *комп'ютерна інженерія;*
- *програмна інженерія;*
- *інженерія даних та знань;*
- *системна інженерія;*
- *інформаційні технології та системи.*

При цьому зауважу, що наведені укрупнені профілі серії підручників і навчальних посібників загалом співпадають з профілями бакалавратів, зафіксованих у підсумковому звіті «Computing CURRICULA» редакції 2006 року. Ми розуміємо, що чітка завершена будівля комп'ютингу з'явиться лише в перспективі, а наша праця буде подаватись як активний труд будівничих з якнайшвидшого втілення в життя проекту цієї, без перебільшення, грандіозної будівлі сучасного інформаційного суспільства. Я запрошую потенційних авторів долучитись до цього освітньо-наукового проекту, а шановних читачів виступити в ролі творчих критиків та опонентів. Буду вдячний за Ваші побажання, зауваження та пропозиції.

З глибокою повагою науковий редактор серії підручників і навчальних посібників «КОМП'ЮТИНГ», д.т.н., професор Володимир ПАСІЧНИК

Вступ

Дисципліна «Алгоритмізація та програмування» вивчається на першому курсі, – з цієї дисципліни розпочинається цикл предметів, що стосуються програмування та розробки програмного забезпечення.

В підручнику містяться теоретичні відомості, приклади, методичні вказівки з їх розв’язування питань і завдання з контролю знань з розділів:

1. Основні поняття (комп’ютерні системи, системи числення та бітові операції)
2. Лінійні програми
3. Розгалуження
4. Цикли
5. Організація функцій. Рекурсія. Автоматизоване тестування

В додатках описано інтегровані середовища програмування та системи контролю версій.

Для кожної теми наведено теоретичні відомості та питання і завдання для контролю знань.

В Розділі 1 «Основні поняття (комп’ютерні системи, системи числення та бітові операції)» описано будову комп’ютерних систем: принципи Дж. фон Неймана – використання двійкової системи числення для кодування інформації, програмне керування роботою комп’ютера, зберігання програм у пам’яті комп’ютера та адресація пам’яті. Також тут аналізується архітектура комп’ютерів згідно принципів Дж. фон Неймана та недоліки цієї архітектури; окремо описано організацію пам’яті та обмін інформацією між пристроями.

Далі описано системи числення та бітові (розрядні) операції. На прикладі римської розглядаються непозиційні системи числення. Показано перевагу позиційних систем числення, розглядаються десяткова, двійкова та шістнадцяткова системи числення. Наведено алгоритм та приклади переведення чисел із однієї позиційної системи числення до іншої. Далі описано виконання бітових (розрядних) операцій над числами: інверсія,

порозрядне і, порозрядне або, порозрядне виключне або, порозрядні зсув ліворуч та зсув праворуч.

Розділ 2 «Лінійні програми» описує системи програмування та правила написання найпростіших (лінійних) програм. Вона починається з огляду особливостей мов програмування: розглядаються історія виникнення і розвитку мов програмування, історія C/C++, особливості програмування алгоритмічними мовами високого рівня, концепція "Алгоритми + структури даних = програми", етапи побудови виконуваного коду на основі тексту C/C++ програми, складові частини системи програмування та їх призначення. Далі детально описано загальну структуру C++ програми: область глобальних оголошень (директиви препроцесора включення файлу, використання стандартного простору імен), головну функцію програми: функція `main()` (блок функції, вивід даних, завершення виконання функції: команда `return`). Потім розглядаються основні конструкції мови програмування: алфавіт, словник мови, види даних: константи, змінні, літерали, коментарі та пробіли. Наступний параграф присвячено огляду деяких типів даних. Тут описано поняття типу, базові типи, булевий тип (`bool`), цілі типи (`int`, `short`, `long`), дійсні типи `float`, `double`, символні типи та літерні рядки. Потім розглядаються способи подання констант в C/C++ (константи в C: макроси та константи в C++: кваліфікатор `const`). Наступні параграфи описують правила виклику функцій, вирази та операції: операції і їх пріоритети, правила запису знаків операцій, порядок обчислення виразів, типові помилки запису виразів, стандартні математичні функції. Наприкінці розглядаються виконувані команди (оператори): загальні поняття і класифікація операторів, прості оператори (операція присвоєння, арифметичні операції присвоєння, операції префіксного та постфіксного інкременту та декременту), організація введення / виведення.

В Розділі 3 «Розгалуження» спочатку розглядаються булевий тип (`bool`), булеві операції та вирази, вирази та операції відношення, логічні операції. Також наводяться правила використання блок-схем та UML-діаграм дій для опису алгоритмів. Наступна частина цього розділу присвячена командам та конструкціям керування порядком обчислень. Тут описано порожню команду, команду переходу, блок команд. Далі розглядаються команда розгалуження `if` – у повній та скороченій формі, типові помилки при організації розгалужень на багато гілок, умовна операція `?:` та команда вибору варіанта `switch`, команда

break. Розділ завершується математичними відомостями, необхідними для виконання лабораторних завдань.

В Розділі 4 «Цикли» спочатку розглядаються базові алгоритмічні структури – слідування, розгалуження, повторення; загальна структура та обов’язкові елементи циклу; класифікація циклів. Потім описуються команди циклів while, do...while, for. Розглядаються загальні схеми обчислення суми та добутку, типові помилки при організації циклів. Також описано команди break та continue. Розділ завершується темами, необхідними для виконання лабораторних завдань: форматний вивід та генерування випадкових чисел. Наведено приклади виконання лабораторних завдань на теми «Вкладені цикли» та «Сума ряду Тейлора».

В Розділі 5 «Організація функцій. Рекурсія. Автоматизоване тестування» спочатку описано структурну, модульну та процедурно-орієнтовану методологію розробки програм. Потім – функції та модульна організація програм: поняття функції, визначення та оголошення (прототип) функції, завершення виконання та повернення результату функції, типові помилки при використанні функцій, виклик та повернення з функції, повернення результату, передавання інформації у функцію за допомогою параметрів. Далі описано посилення та їх особливості, оголошення посилення, типові помилки при оголошенні та використанні посилення. В частині атрибутів ідентифікаторів детально описано клас пам’яті, область дії або область видимості, унарну операцію доступу :: – розширення області дії; наведено численні приклади. Наступна велика частина цього розділу присвячена рекурсії. Тут розглядаються рекурсивні функції, використання рекурсії замість циклічних обчислень, еквівалентність циклічних та рекурсивних алгоритмів, порядок виконання рекурсивних функцій та їх структура. Наведено схему переведення ітераційного алгоритму у рекурсивний та схему переведення обчислень на рекурсивному підйомі у обчислення на рекурсивного спуску, схема визначення глибини та рівня рекурсії. Далі описано особливості використання функцій в C/C++: Аргументи із значенням за умовчанням, Перевантаження функцій, Функції зі змінною кількістю аргументів, Шаблони функцій, Вбудовані (inline) функції. Остання частина цього розділу присвячена системи автоматизованого тестування та правилам написання unit-тестів.

В першій частині розділу Додатки описано роботу із середовищем програмування Microsoft Visual Studio: запуск середовища Microsoft Visual Studio; створення консольного C / C++ проекту (створення проекту, додавання .cpp-файлу до проекту, введення обов'язкових елементів C/C++ програми, забезпечення можливості виводити кирилицю); збереження проекту; запуск проекту на виконання (у режимі виконання з налагодженням та без налагодження); налагодження програми – точки переривання (умовні та безумовні), їх встановлення та видалення, керування ними; покрокове виконання програми; контроль значень змінних.

Друга частина цього розділу присвячена системам контролю версій, зокрема git. Спочатку розглядаються практичні поради щодо роботи із системою контролю версій Git, потім – детальний опис системи контролю версій git: створення git-репозиторія; ініціалізація репозиторію в існуючому каталозі; клонування існуючого репозиторію; запис змін до репозиторію (перевірка статусу файлів, контролювання нових файлів, індексування змінених файлів, ігнорування файлів, перегляд доданих та недоданих змін, збереження змін у комітах, видалення файлів, переміщення файлів); перегляд історії комітів; скасування змін; взаємодія з віддаленими сховищами; галуження в git.

Автор висловлює щиру подяку Олегу ВЕРЕСУ та Зореславі ШПАК за конструктивну критику та цінні поради при підготовці цього підручника.

Навчальне видання

Григорович Віктор Геннадійович

Підручник

Алгоритмізація та програмування

Том 1

**Основні поняття. Системи контролю версій.
Керування порядком обчислень. Функції та рекурсія.
Системи автоматичного тестування**

Формат 70×100 1/16 . Папір офсетний. Друк цифровий.

Умовн. друк. арк. 31,36.

Гарнітура Таймс Нью-Роман.

ПП “Магнолія 2006”

м. Львів-53, 79053, Україна, тел.+380503701957

e-mail: magnol06@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб’єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції:
серія ДК № 2534 від 21.06.2006 року, видане Державним комітетом інформаційної політики,
телебачення та радіомовлення України

Надруковано у друкарні видавця ФОП Марченко Т. В.