

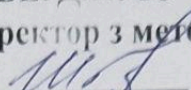
ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ  
«УНІВЕРСИТЕТ КОРОЛЯ ДАНИЛА»

Факультет суспільних і прикладних наук

Кафедра інформаційних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з методичної роботи

 Ярослав ШТАНЬКО

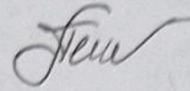
“30” 08 2024 р.

АЛГОРИТМИ ТА СТРУКТУРИ ДАНИХ

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Галузь знань:	12 «Інформаційні технології»
Спеціальність:	121 «Інженерія програмного забезпечення»
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма:	Розробка та тестування програмного забезпечення
Освітній рівень:	перший (бакалаврський)
Статус дисципліни:	обов'язкова
Мова викладання, навчання та оцінювання:	українська

Розробник:  
професор кафедри ІТ  
к.т.н., доц.



Олег ПАШКЕВИЧ

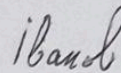
ЗАТВЕРДЖЕНО  
на засіданні кафедри інформаційних технологій  
протокол № 1 від 28.08.2024 р.  
завідувач кафедри



Сергій ВАЩИШАК

УЗГОДЖЕНО:

Гарант ОПП



Олександр ІВАНОВ

СХВАЛЕНО:

на засіданні Науково-методичної ради, протокол № 1 від 30.08. 2024 р.

e-mail	oleh.pashkevych@ukd.edu.ua
Номер аудиторії чи кафедри	Кафедра інформаційних технологій, ауд 206
Посилання на сайт УКД	<a href="https://ukd.edu.ua">https://ukd.edu.ua</a>
Сторінка курсу в СДО	Алгоритми та структури даних

## ВСТУП

**Мета дисципліни «Алгоритми та структури даних»** – отримання студентами теоретичних знань та практичних навиків щодо принципів сучасного програмного забезпечення з використанням найпоширеніших структур зберігання даних та алгоритмів їх обробки на прикладі мови Java, освоєння стандартної бібліотеки колекцій, методики використання об'єктів цієї бібліотеки та їх властивостей для вирішення широкого кола програмних задач.

Для досягнення мети поставлені такі основні **завдання**:

- створювати системне та прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж.
- оформляти отримані робочі результати у вигляді презентацій, науково-технічних звітів, статей і доповідей на науково-технічних конференціях.

У результаті засвоєння курсу студент повинен **знати**:

- засоби та задачі системного програмування, архітектуру та систему команд базового процесору, програмування з використанням актуальних мов програмування;
- теоретичні основи алгоритмізації і проектування програм;
- методи структурного програмування;
- розподіл оперативної пам'яті під статичні та динамічні об'єкти;
- засоби використання статичних та динамічних структур даних;

Студент повинен **вміти**:

- правильно вибрати структуру даних для конкретної задачі;
- розробити відповідно до структури даних алгоритм;
- використовувати рекурсивні структури даних, рекурсивні алгоритми.

Професійні компетентності та результати навчання, яких набувають здобувачі освіти внаслідок вивчення навчальної дисципліни «Алгоритми та структури даних» (шифри та зміст компетентностей та програмних результатів навчання вказано відповідно до ОПП «Розробка та тестування програмного забезпечення».

Шифр та назва компетентності	Шифр та назва програмних результатів навчання
ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.	ПРН5. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення. ПРН7. Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.
ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	
ФК3. Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем.	
ФК8. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.	
ФК14. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.	

### ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<b>Курс</b>	<b>2</b>		
<b>Семестр</b>	<b>3</b>		
<b>Кількість кредитів ЄКТС</b>	<b>6</b>		
<b>Аудиторні навчальні заняття</b>		<b>денна форма</b>	<b>заочна форма</b>
	лекції, год.	<b>42</b>	<b>8</b>
	семінари, практичні, год.	<b>42</b>	<b>8</b>
<b>Самостійна робота</b>	год.	<b>96</b>	<b>164</b>
<b>Форма підсумкового контролю</b>	<b>Екзамен</b>		

### Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Пререквізити	Постреквізити
Основи програмування	Алгоритми та методи обчислень

## ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Перелік тем лекційного матеріалу

#### **Тема 1. Основні поняття. Базові структури даних (4 год.)**

Мета і завдання курсу. Основні визначення. Огляд та приклади структур даних та алгоритмів їх опрацювання.

*Самостійне вивчення: зареєструватися на безкоштовних сервісах (наприклад LeetCode, CodeWars), що надають платформу для тренування у розв'язуванні алгоритмічних задач.*

#### **Тема 2. Оцінка ефективності алгоритмів (4 год.)**

Аналіз алгоритмів. O-нотація. Основні оцінки, що використовуються.

*Самостійне вивчення: вивчити правила аналізу складності алгоритмів. Ознайомитися із поняттями “верхня”, “нижня” та “асимптотична” оцінки.*

#### **Тема 3. Масиви (4 год.)**

Визначення масиву. Основні операції та оцінка їх ефективності. Алгоритми пошуку мінімального/максимального елемента. Переваги та недоліки використання масиву.

*Самостійне вивчення: ознайомитися з алгоритмами роботи із розрідженими масивами.*

#### **Тема 4. Квадратичні алгоритми сортування (4 год.)**

Постановка задачі. Сортування методом прямого вибору. «Бульбашкове» сортування. Сортування методом вставки. Сортування Шелла.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із списком алгоритмів сортування за типами (Сортування обміном, вибором, включенням, злиттям, без порівнянь, гібридні, інші). Здійснити порівняння їх ефективності за різними критеріями.*

#### **Тема 5. Рекурсивні алгоритми (4 год.)**

Поняття рекурсії. Підхід «Розділяй і владарюй» для побудови алгоритмів. Приклади рекурсивних алгоритмів, алгоритм Карацуби. Фрактали.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із прикладами використання рекурсії в мистецтві, техніці, приклади проявів рекурсії в природі.*

#### **Тема 6. Швидкі алгоритми сортування (4 год.)**

Сортування злиттям. Швидке сортування (алгоритм Хоара). Лінійні алгоритми сортування.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із списком алгоритмів сортування за типами (Сортування обміном, вибором, включенням, злиттям, без порівнянь, гібридні, інші). Здійснити порівняння їх ефективності за різними критеріями.*

### **Тема 7. Динамічні лінійні структури (2 год.)**

Стек. Черга. Реалізація стеку і черги на основі масиву. Зв'язний список. Порівняння з масивом. Основні алгоритми на списку.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із поняттям абстрактного типу даних. Дослідити особливості кільцевого списку.*

### **Тема 8. Піраміда (4 год.)**

Визначення. Створення піраміди. Підтримка властивості піраміди. Пірамідальне сортування. Черга з пріоритетами.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із іншими видами пірамід: d-арна, біноміальна, фібоначева.*

### **Тема 9. Бінарні дерева пошуку (4 год.)**

Бінарний пошук. Поняття збалансованого дерева. Алгоритми на бінарному дереві. Збалансовані AVL-дерева.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із іншими видами дерев та алгоритмами їх балансування: B-дерево, червоно-чорне дерево. Алгоритми обходу дерева “в глибину” та “в ширину”.*

### **Тема 10. Хеш-таблиці (2 год.)**

Хеш-функції. Способи уникнення колізій. Коефіцієнт заповнення таблиці. Універсальне хешування.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із іншими прикладами застосування хеш-функцій: криптографічне хешування, геометричне хешування. Ознайомитись із популярними та поширеними криптографічними хеш-функціями: MD5, SHA-1, SHA-256, SHA-512 тощо.*

### **Тема 11. Графи. Алгоритми на графах (4 год.)**

Визначення графа. Типи графів. Застосування графів. Представлення графів. Пошук оптимального шляху. Знаходження мінімального охоплюючого дерева. Задача оптимального розфарбування графу.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із прикладними алгоритмами обходу графа, пошуку найкоротшого шляху, розфарбування та ін.*

### **Тема 12. Жадібні алгоритми (2 год.)**

Визначення жадібного алгоритму. Основні властивості. Задача про рюкзак. Розфарбування графу. Кодування Хаффмана.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із іншими жадібними алгоритмами: алгоритмом Краскала (пошук остовного лісу мінімальної ваги в графі), алгоритмом Прима (пошук остовного дерева мінімальної ваги в зв'язному графі), алгоритмом*

*Лін-Керніга (кластеризація графа), алгоритмом Радо — Едмондс (узагальнений жадібний алгоритм).*

## **Зміст практичних занять**

### **Тема 1. Масиви та матриці (2 год.)**

Визначення масиву. Основні операції та оцінка їх ефективності. Алгоритми пошуку мінімального/максимального елемента.

*Самостійне вивчення: ознайомитися з алгоритмами роботи із розрідженими масивами.*

### **Тема 2. Оцінка ефективності алгоритмів (4 год.)**

Аналіз алгоритмів. O-нотація. Порівняння продуктивності алгоритмів.

*Самостійне вивчення: вивчити правила аналізу складності алгоритмів. Ознайомитися із поняттями “верхня”, “нижня” та “асимптотична” оцінки.*

### **Тема 3. Квадратичні алгоритми сортування (4 год.)**

Реалізація, оптимізація, порівняння продуктивності алгоритмів сортування.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із списком алгоритмів сортування за типами (Сортування обміном, вибором, включенням, злиттям, без порівнянь, гібридні, інші). Здійснити порівняння їх ефективності за різними критеріями.*

### **Тема 4. Сортування Шелла (2 год.)**

Реалізація алгоритму сортування Шелла. Порівняння продуктивності в залежності від кроку прорідження.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із списком алгоритмів сортування за типами (Сортування обміном, вибором, включенням, злиттям, без порівнянь, гібридні, інші). Здійснити порівняння їх ефективності за різними критеріями.*

### **Тема 5. «Швидке» сортування (4 год.)**

Реалізація, оптимізація, порівняння продуктивності алгоритмів сортування.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із списком алгоритмів сортування за типами (Сортування обміном, вибором, включенням, злиттям, без порівнянь, гібридні, інші). Здійснити порівняння їх ефективності за різними критеріями.*

### **Тема 6. Динамічні лінійні структури: Стек. Черга (2 год.)**

Реалізація стеку і черги на основі масиву. Використання стеку і черги в практичних задачах.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із поняттям абстрактного типу даних. Дослідити особливості кільцевого списку.*

### **Тема 7. Динамічні лінійні структури: Зв'язний список (4 год.)**

Реалізація зв'язного списку. Основні алгоритми на списку.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із поняттям абстрактного типу даних. Дослідити особливості кільцевого стиску.*

### **Тема 8. Піраміди: пірамідальне сортування (4 год.)**

Створення піраміди. Підтримка властивості піраміди. Реалізація алгоритму пірамідального сортування.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із іншими видами пірамід: d-арна, біноміальна, фібоначева.*

### **Тема 9. Піраміди: черга з пріоритетами (4 год.)**

Реалізація черга з пріоритетами на основі піраміди. Порівняння із реалізацією на основі сортованого масиву.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із іншими видами пірамід: d-арна, біноміальна, фібоначева.*

### **Тема 10. Бінарні дерева пошуку (4 год.)**

Бінарний пошук. Поняття збалансованого дерева. Алгоритми на бінарному дереві. Збалансовані AVL-дерева. Червоно-чорні дерева.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із іншими видами дерев та алгоритмами їх балансування: B-дерево, червоно-чорне дерево. Алгоритми обходу дерева “в глибину” та “в ширину”.*

### **Тема 11. Графи. Алгоритми на графах (4 год.)**

Представлення графів. Пошук оптимального шляху. Знаходження мінімального охоплюючого дерева. Задача оптимального розфарбування графу.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із прикладними алгоритмами обходу графа, пошуку найкоротшого шляху, розфарбування та ін.*

### **Тема 12. Хеш-таблиці (4 год.)**

Хеш-функції. Способи уникнення колізій. Коефіцієнт заповнення таблиці.

*Самостійне вивчення: ознайомитися із іншими прикладами застосування хеш-функцій: криптографічне хешування, геометричне хешування. Ознайомитись із популярними та поширеними криптографічними хеш-функціями: MD5, SHA-1, SHA-256, SHA-512 тощо.*



## Завдання для самостійної роботи студентів

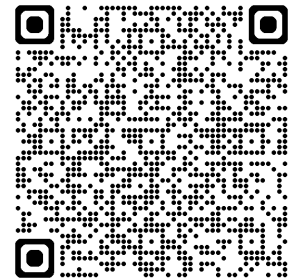
### Розподіл годин, виділених на вивчення дисципліни «Алгоритми та структури даних»

Найменування показників	Розподіл годин
<b>Самостійна робота, год, у т.ч.:</b>	<b>96</b>
Опрацювання матеріалу, викладеного на лекціях	20
Підготовка до практичних занять та контрольних заходів	20
Підготовка звітів з практичних робіт	16
Опрацювання матеріалу, винесеного на самостійне вивчення	40

## ПОЛІТИКА КУРСУ

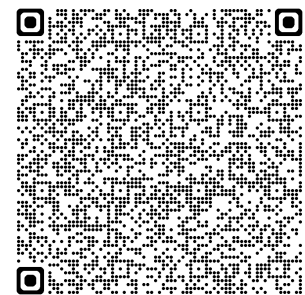
### 1) щодо системи поточного і підсумкового контролю

Організація поточного та підсумкового семестрового контролю знань студентів, проведення практик та атестації, переведення показників академічної успішності за 100-бальною шкалою в систему оцінок за національною шкалою здійснюється згідно з “Положенням про систему поточного і підсумкового контролю, оцінювання знань та визначення рейтингу здобувачів освіти”. Ознайомитись з документом можна за [покликанням](#).



### 2) щодо оскарження результатів контрольних заходів

Здобувачі вищої освіти мають право на оскарження оцінки з дисципліни отриманої під час контрольних заходів. Апеляція здійснюється відповідно до «Положення про політику та врегулювання конфліктних ситуацій». Ознайомитись з документом можна за [покликанням](#).



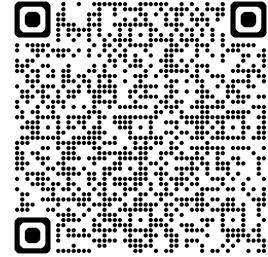
### 3) щодо відпрацювання пропущених занять

Згідно “Положення про організацію освітнього процесу” здобувач допускається до семестрового контролю з **конкретної навчальної дисципліни (семестрового екзамену, диференційованого заліку)**, якщо він виконав усі види робіт, передбачені на семестр навчальним планом та силабусом/робочою програмою навчальної дисципліни, підтвердив опанування на мінімальному рівні результатів навчання (отримав  $\geq 35$  бали), відпрацював визначені індивідуальним навчальним планом всі

лекційні, практичні, семінарські та лабораторні заняття, на яких він був відсутній. Ознайомитись з документом можна за [покликанням](#).

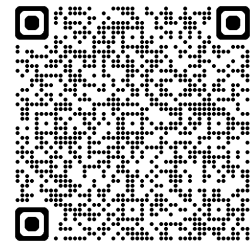
#### **4) щодо дотримання академічної доброчесності**

“Положення про академічну доброчесність” закріплює моральні принципи, норми та правила етичної поведінки, позитивного, сприятливого, доброчесного освітнього і наукового середовища, професійної діяльності та професійного спілкування спільноти Університету, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання. Ознайомитись з документом можна за [покликанням](#).



#### **5) щодо використання штучного інтелекту**

“Положення про академічну доброчесність” визначає політику щодо використання технічних засобів на основі штучного інтелекту в освітньому процесі. Ознайомитись з документом можна за [покликанням](#). “Положення про систему запобігання та виявлення академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації та фальсифікації академічних творів” містить рекомендації щодо використання в академічних текстах генераторів на основі штучного інтелекту. Ознайомитись з документом можна за [покликанням](#).

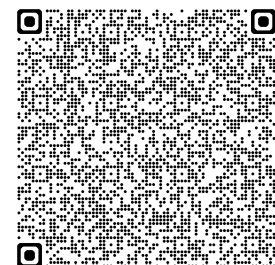


#### **6) щодо використання технічних засобів в аудиторії та правила комунікації**

Використання мобільних телефонів, планшетів та інших гаджетів під час лекційних та практичних занять дозволяється виключно у навчальних цілях (для уточнення певних даних, перевірки правопису, отримання довідкової інформації тощо). На гаджетах повинен бути активований режим «без звуку» до початку заняття. Під час занять заборонено надсилання текстових повідомлень, прослуховування музики, перевірка електронної пошти, соціальних мереж тощо, окрім виробничої необхідності. Під час виконання заходів контролю використання гаджетів заборонено (за винятком, коли це передбачено умовами його проведення). У разі порушення цієї заборони результат анулюється без права перескладання. Комунікація відбувається через електронну пошту і сторінку дисципліни в Moodle.

#### **7) щодо зарахування результатів навчання, здобутих шляхом формальної/інформальної освіти**

Процедури визнання результатів навчання, здобутих шляхом формальної/інформальної освіти визначаються «Положенням про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та / або інформальної освіти». Ознайомитись з документом можна за [покликанням](#).



Під час вивчення навчальної дисципліни “Радіовиробництво і подкасти” студентам надається можливість перерахування неформальної освіти. До прикладу, із запропонованого переліку можна пройти сертифіковані (безкоштовні) курси на освітніх платформах,

відтак сертифікат, який отримали під час навчання, – є підтвердженням засвоєння студентом окремих тем, що включені у зміст дисципліни.

## МЕТОДИ НАВЧАННЯ

<b>Програмний результат навчання</b>	<b><u>Метод навчання</u></b>	<b><u>Метод оцінювання</u></b>
ПРН5. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.	Лекція, розповідь-пояснення, бесіда, комп'ютерні і мультимедійні методи, практичні роботи, дедуктивний, порівняння, проблемно-пошуковий, дослідницький, робота під керівництвом викладача, бесіда-діалог.	Екзамен, поточний контроль, усний контроль, поточний контроль, тестовий контроль.
ПРН6. Уміння вибирати та використовувати відповідні задачі методологію створення програмного забезпечення.	Лекція, розповідь-пояснення, бесіда, комп'ютерні і мультимедійні методи, практичні роботи, дедуктивний, порівняння, проблемно-пошуковий, дослідницький, робота під керівництвом викладача, бесіда-діалог.	Екзамен, поточний контроль, усний контроль, поточний контроль, тестовий контроль.
ПРН12. Застосовувати на практиці ефективні підходи щодо проектування програмного забезпечення.	Лекція, розповідь-пояснення, демонстрування, комп'ютерні і мультимедійні методи, індуктивний метод, інтерактивні методи (дискусія, диспут, мозковий штурм), виокремлення основного	Поточний контроль, тестовий контроль, екзамен

## ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

<b>Вид</b>	<b>Зміст</b>	<b>% від загальної оцінки</b>	<b>Бал</b>	
			<b>min</b>	<b>max</b>
Поточні контрольні заходи	всього	60	35	60

Підсумкові контрольні заходи	екзамен	40	24	40
Всього:	-	100	60	100

Процедура проведення контрольних заходів, а саме поточного контролю знань протягом семестру та підсумкового семестрового контролю (екзамена) – регулюється «Положенням про систему поточного та підсумкового контролю оцінювання знань та визначення рейтингу студентів», яке розміщено на сайті університету в розділі [«Публічна інформація»](#).

Фіксація **поточного** контролю здійснюється в “Електронному журналі обліку успішності академічної групи” на підставі чотирибальної шкали - “2”; “3”; “4”; “5”. У разі відсутності студента на занятті виставляється “н”. За результатами поточного контролю у Журналі, автоматично визначається підсумкова оцінка, здійснюється підрахунок пропущених занять.

Усі пропущені заняття, а також негативні оцінки студенти зобов'язані відпрацювати впродовж трьох наступних тижнів. У випадку недотримання цієї норми, замість “н” в журналі буде виставлено “0” (нуль балів), без права перездачі. Відпрацьоване лекційне заняття в електронному журналі позначається літерою «в».

### ***Критерії оцінювання***

До підсумкового контролю допускаються студенти які за результатами поточного контролю отримали не менше 35 балів. Усі студенти, що отримали 34 балів і менше, не допускаються до складання підсумкового контролю і на підставі укладання додаткового договору, здійснюють повторне вивчення дисципліни впродовж наступного навчального семестру. За результатами підсумкового контролю (диференційований залік/екзамен) студент може отримати 40 балів. Студенти, які під час підсумкового контролю отримали 24 бали і менше, вважаються такими, що не здали екзамен/диференційований залік і повинні йти на перездачу.

Загальна семестрова оцінка з дисципліни, яка виставляється в екзаменаційних відомостях оцінюється в балах (згідно з **Шкалою оцінювання знань за ЄКТС**) і є сумою балів отриманих під час поточного та підсумкового контролю.

### **Шкала оцінювання знань за ЄКТС:**

<b>Оцінка за національною шкалою</b>	<b>Рівень досягнень, %</b>	<b>Шкала ECTS</b>
<b>Національна диференційована шкала</b>		
Відмінно	90 – 100	A
Добре	83 – 89	B

	75 – 82	C
Задовільно	67 – 74	D
	60 – 66	E
Незадовільно	35 – 59	FX
	0 – 34	F
<b>Національна недиференційована шкала</b>		
Зараховано	60 – 100	-
Не зараховано	0 – 59	-

Студенти, які не з'явилися на заліки/екзамени без поважних причин, вважаються такими, що одержали незадовільну оцінку.

### РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Ільман В.М., Іванов О.П., Панік Л.О. Алгоритми, дані і структури: навч. посіб. Дніпропет. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпро, 2019. 134с.
2. Мелешко Є.В., Якименко М.С., Поліщук Л.І. Алгоритми та структури даних: навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей денної та заочної форми навчання. Кропивницький: Видавець: Лисенко В.Ф., 2019. 156 с.
3. Шаховська Н.Б. Алгоритми та структури даних. Пос. «Видавництво Ліра – К.», 2016. 216 с.
4. Скалозуб В.В., Ільман В.М., Івченко Ю.М., Андрющенко В.О. Дискретні та алгоритмічні структури в інструментарії програмної інженерії: навч. посіб. Дніпро, 2016. 254 с.
5. Alfred V. Aho. Compilers: Principles, Techniques, & Tools: 2nd edition / Alfred V. Aho, Monica S. Lam, Ravi Sethi, Jeffrey D. Ullman. Pearson, 2012. 1009 p.
6. Thomas H. Cormen. Introduction to Algorithms: 4th edition / Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein. The MIT Press, 2022. 1312 p.
7. Aditya Bhargava. Grokking Algorithms: An Illustrated Guide for Programmers and Other Curious People. – Manning, 2016. 256 p.
8. Robert Sedgwick. Algorithms in C++, Parts 1-4: Fundamentals, Data Structure, Sorting, Searching: 3rd Edition. – Addison-Wesley Professional, 1998. 740 p.
9. Robert Sedgwick. Algorithms: 4th Edition / Robert Sedgwick, Wayne Kevin. Addison-Wesley Professional, 2011. 952 p.
10. Roberto Tamassia. Data Structures and Algorithms in Python / Roberto Tamassia, Michael H. Goldwasser, Michael T. Goodrich. Wiley, 2013. 768 p.
11. Robert Sedgwick. An Introduction to the Analysis of Algorithms: 2nd Edition / Robert Sedgwick, Philippe Flajolet. – Addison-Wesley Professional, 2013. 848 p.

12. Robert Lafore. Data Structures and Algorithms in Java: 2nd Edition. Sams Publishing, 2002. 800 p.
13. Harold Abelson. Structure and Interpretation of Computer Programs, 2nd Edition / Gerald Jay Sussman, Julie Sussman. The MIT Press, 1996. 657 p.
14. Grady Booch. Unified Modeling Language User Guide: 2nd Edition. Addison-Wesley Professional, 2017. 504 p.