

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І.МЕЧНИКОВА
Кафедра комп'ютерних систем та технологій



“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Проректор з науково-педагогічної роботи
Олександр ЗАПОРОЖЧЕНКО
” *Запорожч* ” 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 10 «Побудова та аналіз алгоритмів»

Рівень вищої освіти	перший (освітньо-професійний)
Галузь знань	15 – Автоматизація та приладобудування
Спеціальність	151 - Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології	
Освітньо-професійна програма	Комп'ютерна обробка та аналіз даних

ОНУ
Одеса
2022

Робоча програма навчальної дисципліни «Побудова та аналіз алгоритмів». – Одеса: ОНУ, 2022. – 17с.

Розробники: кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри комп'ютерних систем та технологій Коренкова Ганна Валентинівна

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерних систем та технологій

Протокол № 1 від. “28” 08 2022 р.

Завідувач кафедри

Юрій ГУНЧЕНКО

Погоджено із гарантом ОПП «Комп'ютерна обробка та аналіз даних»

Віктор ВОЛКОВ

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) ФМФІТ

Протокол № 1 від. “6” вересня 2022 р.

Голова НМК

Наталя МАСЛЄЄВА

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних систем та технологій

Протокол № ____ від. “____” 20 ____ р.

Завідувач кафедри _____ (_____)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних систем та технологій

Протокол № ____ від. “____” 20 ____ р.

Завідувач кафедри _____ (_____)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		дена форма навчання	заочна форма навчання
Загальна кількість кредитів – 8	Галузь знань	професійної підготовки	
годин – 240	15 – Автоматизація та приладобудування (шифр і назва)	<i>Rік підготовки:</i>	
ІНДЗ* -	Спеціальність	1	-й
	151- автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології	<i>Семестр</i>	
	(код і назва)	1,2	-й
	Спеціалізації:	<i>Лекції</i>	
	(назва)	50 год.	год.
	Рівень вищої освіти:	<i>Практичні, семінарські</i>	
	перший	год.	год.
	бакалавр	<i>Лабораторні</i>	
		50 год.	год.
		<i>Самостійна робота</i>	
		140 год.	год.
		у т.ч. ІНДЗ* : -	год.
		<i>Форма підсумкового контролю:</i>	
		<i>іспит</i>	

* – за наявності

2 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання дисципліни “Побудова та аналіз алгоритмів” є отримання студентами знань з області побудови та аналізу алгоритмів щодо вирішення різноманітних практичних задач.

Завдання дисципліни “Побудова та аналіз алгоритмів” - надати студентам знання в сфері реалізації задач автоматизації обробки інформації, автоматизації керування об'єктами за допомогою комп'ютерної техніки. Такі знання майбутній спеціаліст зможе застосовувати як при подальшому навчанні, так і після отримання вищої освіти у своїй професійній діяльності.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**:

1. Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

2. Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

3. Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК4. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

СК9. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

Програмні результати навчання:

ПР01. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні

рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації.

ПР03. Вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп’ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об’єктно-орієнтованого програмування, створювати бази даних та використовувати інтернет-ресурси.

ПР 10. Вміти обґрунтовувати вибір структури та розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем управління на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів.

ПР 16. Вміти застосовувати базові загальні математичні моделі для специфічних ситуацій, мати навички управління інформацією, і застосування комп’ютерних засобів статистичного аналізу даних.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен

знати:

- основні властивості і вимоги до алгоритмів;
- алгоритмічні моделі;
- класи складності алгоритмів;
- фундаментальні алгоритми.

вміти:

- розробляти алгоритми;
- оцінювати алгоритми;
- використовувати структури даних для розроблення алгоритмів;
- писати програми для машини Поста та Тьюринга;
- складати схеми орієнтованих підстановок для нормальних алгоритмів Маркова;
- будувати рекурсивні схеми для елементарних функцій;
- проектувати схеми алгоритмів.

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Загальні відомості та аналіз алгоритмів

Тема 1. Введення в теорію алгоритмів. Базові алгоритмічні конструкції

Основні властивості алгоритму. Способи запису алгоритмів. Блок-схема алгоритму, основні елементи блок-схеми. Алгоритми та програми. Приклади типових алгоритмів. Процес розробки алгоритму. Алгоритмічні стратегії. Поняття про алгоритм з лінійною структурою. Визначення. Блок-схема алгоритму з лінійною структурою. Приклади на обчислення виразів. Поняття про алгоритми з розгалуженою структурою. Повне та неповне розгалуження. Структура "Вибір" та її реалізація. Приклади використання розгалужених структур. Алгоритми циклічної структури. Безумовний циклічний алгоритм. Види циклів. Цикл з передумовою. Алгоритми циклічної структури. Цикл з післяумовою.

Тема 2. Універсальні алгоритмічні конструкції

Нормальні алгоритми. Алгоритмічні системи, які засновані на поняттях елементарний оператор і елементарний розпізнувач. Узагальнені нормальні алгоритми. Нормальні алгоритми Маркова. Машина Тюрінга. Конструкція машини Тюрінга. Внутрішній та зовнішній алфавіти, конфігурація машини. Запис алгоритму, що виконує машина. Таблиця відповідності. Машина Поста. Конструкція машини Поста. Поняття стана машини. Програма для машини Поста. Три варіанта роботи машини: результативна зупинка; безрезультативна зупинка; нескінченна робота.

Тема 3. Оцінка складності алгоритмів

Часова складність алгоритму. Просторова складність алгоритму. Асимптотичний аналіз функцій трудомісткості алгоритму. Асимптотичний аналіз верхньої та середньої оцінок складності алгоритмів; порівняння найкращих, середніх і найгірших оцінок. Оцінка Θ (тета). Оцінка O . Оцінка Ω (Омега). Графічні приклади оцінок. Приклад оцінки складності алгоритмів.

Тема 4. Класи складності P та NP

Класифікація алгоритмів за складністю: Р- та NP-алгоритми. Формальне визначення NP-алгоритму. Приклади NP-повних задач (проблема Штейнера, задача комівояжера, проблема розфарбування графів)

Тема 5. Рекурсія

Поняття про рекурсію. Рекурсивна функція. Рекурсивні алгоритми. Принципи організації рекурсії. Переваги та недоліки використання рекурсії. Форми рекурсії. Поняття про ітераційні обчислювальні процеси та способи їх алгоритмізації.

Змістовий модуль 2. Базові структури даних. Основні обчислювальні алгоритми.

Тема 6. Базові структури даних.

Масиви. Одновимірні та багатовимірні масиви. Стеки. Черги. Деки.

Тема 7. Алгоритми сортування та пошуку

Сортування бульбашкою. Сортування обміном. Сортування вибором. Сортування вставкою. Сортування Шела. Сортування злиттям. Швидке сортування. Піраміdalne сортування. Сортування підрахунком. Алгоритм пошуку. Лінійний пошук. Бінарний пошук.

Тема 8. Алгоритми на графах

Представлення графів. Вершини. Ребра. Орієнтовані та неорієнтовані графи. Список суміжності. Матриця суміжності. Зважений граф. Пошук в ширину. Пошук в глибину.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Усього	у тому числі				Усього	у тому числі			
		л	п/с	лаб	ср		л	п/с	лаб	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Змістовий модуль 1. Загальні відомості та аналіз алгоритмів

Тема 1. Введення в теорію алгоритмів. Базові алгоритмічні конструкції	38	10		8	20					
Тема 2. Універсальні алгоритмічні	28	6		6	16					

конструкції								
Тема 3. Оцінка складності алгоритмів	26	6		6	14			
Тема 4. Класи складності Р та NP	22	2		0	20			
Тема 5. Рекурсія	22	2		8	12			
Разом за розділом 1	136	26		28	82			

Змістовий модуль 2. Базові структури даних. Основні обчислювальні алгоритми.

Тема 6. Базові структури даних.	34	6		8	20			
Тема 7. Алгоритми сортування та пошуку	32	8		6	18			
Тема 8. Алгоритми на графах	38	10		8	20			
Разом за розділом 2	104	24		22	58			
Усього годин	180	50		50	140			

* – за наявності

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені.

6. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені.

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Базові алгоритмічні конструкції Ознайомитись з основними алгоритмічними конструкціями	2
2	Алгоритм з лінійною структурою Ознайомитись з побудовою алгоритмів лінійної структури	2
3	Алгоритми з розгалуженою структурою Ознайомитись з побудовою алгоритмів з розгалуженою структурою	2
4	Алгоритми циклічної структури. Ознайомитись з побудовою алгоритмів з циклічною структурою	2
5	Машина Тюрінга. Ознайомитись зі способами запису алгоритмів за допомогою машини Тюрінга.	2

6	Машина Поста. Вивчення формального визначення поняття алгоритму.	2
7	Побудова нормальних алгоритмів Маркова. Отримати практичні навички запису алгоритмів з використанням нормальних алгоритмів Маркова.	2
8	Аналіз складності алгоритму. Вивчення методів оцінки алгоритмів і визначення часової і просторової складності типових алгоритмів.	4
9	Експериментальний метод оцінки складності алгоритму. Експериментальне визначення складність алгоритмів.	2
10	Розробка рекурсивних алгоритмів. Розробка програм, що реалізують різні рекурсивні алгоритми та оцінка їх часової та просторової складності.	8
11	Напівстатична структура даних стек. Вивчити алгоритми роботи зі структурою даних стек	2
12	Напівстатична структура даних черга. Вивчити алгоритми роботи зі структурою даних черга	2
13	Структура даних дек. Вивчити алгоритми роботи зі структурою даних дек.	2
14	Алгоритми сортування. Ознайомитись з алгоритмами сортування масиву.	2
15	Алгоритми пошуку. Вивчити методи лінійного та бінарного пошуку.	4
16	Способи задання графів. Вивчення способів представлення заданих графів.	2
17	Обхід графів. Ознайомитись з алгоритмами обходу графів.	4
18	Машина Тюрінга. Ознайомитись зі способами запису алгоритмів за	4

	допомогою машини Тюрінга.	
	Разом	50

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Введення в теорію алгоритмів. Способи запису алгоритмів.	20
2	Нормальні алгоритми. Побудова НАМ.	5
3	Машина Тюрінга. Побудова машини Тюрінга. Програма машини Тюрінга.	5
4	Машина Поста. Побудова машини Поста.	6
5	Оцінка складності алгоритмів Проведення аналізу алгоритму.	14
6	Класи складності Р та NP Класифікація алгоритмів за складністю: Р- та NP-алгоритми. Формальне визначення NP-алгоритму.	20
7	Рекурсивні та ітераційні алгоритми Принципи організації рекурсії. Formи рекурсії.	12
8	Базові структури даних Стек, дек, черга. Види черг.	20
9	Алгоритми сортування та пошуку Сортування бульбашкою, швидке сортування, сортування пірамідою, сортування вставкою. Лінійний та бінарний пошук.	18
10	Алгоритми на графах Представлення графів. Алгоритми пошуку на графах	20
	Разом	140

9. Методи навчання

Підготовка студентів здійснюється на лекційних та лабораторних заняттях, але у значній мірі покладається на самостійне вивчення матеріалу студентами dennої форми навчання протягом семестру.

Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснально-ілюстративний метод, інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод (репродукція - відтворення); метод проблемного викладу; частково-пошуковий метод.

Під час лабораторних та практичних занять використовуються наступні методи навчання частково-пошуковий, або евристичний метод, дослідницький; при захисті лабораторних робіт та індивідуальних завдань використовується дискусійний метод. Під час самостійної роботи використовується дослідницький метод (студент опановує літературу за вказаною темою, робить презентацію або доповідь).

10. Методи контролю

Поточний та підсумковий контроль здійснюється в результаті виконання лабораторних робіт. Поточний контроль: опитування, виконання лабораторних робіт; тестові контрольні роботи. Форми оцінювання: усне опитування, перевірка лабораторної роботи, тестування.

При оцінюванні в балах рівня засвоєння матеріалу використовуються загальні критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти:

Оцінка за національною шкалою та відсоток від максимальної кількості балів	Теоретична підготовка	Практична підготовка
	Здобувач освіти	
зараховано (90-100% від максимальної кількості балів)	у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей; глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; робить самостійні висновки, виявляє причинно-наслідкові зв'язки; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним	глибоко та всебічно розкриває сутність практичних/ розрахункових завдань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати

	завдань. Здобувач здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.	власної практичної діяльності; виконує творчі завдання та ініціює нові шляхи їх виконання; вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу; проявляє творчий підхід до виконання індивідуальних та колективних завдань при самостійній роботі.
зараховано (75-89% від максимальної кількості балів)	достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усих виступів та письмових відповідей, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу; при представленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, застосовує знання для розв'язання стандартних ситуацій; самостійно аналізує, узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки.	правильно вирішив більшість розрахункових /тестових завдань за зразком; має стійкі навички виконання завдання
зараховано (60-74% від максимальної кількості балів)	володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу; має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.	може використовувати знання в стандартних ситуаціях, має елементарні, нестійкі навички виконання завдання. Правильно вирішив половину розрахункових/тестових завдань. Здобувач має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.
не зараховано (35-59% від максимальнної кількості	володіє навчальним матеріалом поверхово й фрагментарно (без аргументації та обґрунтування); безсистемно виокремлює випадкові	недостатньо розкриває сутність практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив

балів)	ознаки вивченого; не вміє робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки; під час відповіді допускаються суттєві помилки	окрім розрахункові/тестові завдання за допомогою викладача, відсутні сформовані уміння та навички.
не - зараховано (0-34% від максимальної кількості балів)	не володіє навчальним матеріалом	виконує лише елементи завдання, потребує постійної допомоги викладача

11. Питання для підсумкового контролю

1. Означення алгоритму. Основні властивості алгоритму.
2. Способи запису алгоритмів.
3. . Поняття обчислювальної складності алгоритму.
4. Асимптотичний аналіз складності, О-нотація.
5. Верхня та середня оцінка складності.
6. Емпіричні вимірювання ефективності алгоритмів.
7. Основні алгоритмічні стратегії.
8. Класи складності.
9. Опис класів P і NP.
- 10.Приклади NP-повних задач.
- 11.Застосування теорії NP-повноти для аналізу складності завдань
- 12.Основні поняття комбінаторики.
- 13.Підрахування комбінаторних об'єктів.
- 14.Алгоритм повного перебору.
- 15.Алгоритм перебору з поверненням.
- 16.Поняття рекурсивного алгоритму.
- 17.Обчислювальна складність рекурсивних алгоритмів.
- 18.Двовимірні масиви. Поняття про двовимірні масиви.
- 19.Алгоритми обробки двовимірних масивів. Введення-виведення елементів двовимірного масиву.

20. Обчислення суми елементів двовимірних масивів.
21. Обчислення добутку двовимірних масивів.
22. Сортування бульбашкою.
23. Сортування обміном.
24. Сортування вибором.
25. Сортування вставкою.
26. Сортування Шела.
27. Сортування злиттям.
28. Швидке сортування.
29. Піраміdalne сортування.
30. Сортування підрахунком.
31. Порівняння методів сортування
32. Алгоритм пошуку.
33. Узагальнені нормальні алгоритми.
34. Нормальні алгоритми Маркова.
35. Граф-схеми відповідних алгоритмів.
36. Універсальні нормальні алгоритми, теорема Маркова про універсальний нормальний алгоритм.
37. Конструкція машини Тюрінга. Внутрішній та зовнішній алфавіти, конфігурація машини.
38. Запис алгоритму, що виконує машина. Таблиця відповідності.
39. Конструкція машини Поста. Поняття стана машини.
40. Програма для машини Поста.
41. Три варіанта роботи машини: результативна зупинка; безрезультативна зупинка; нескінчена робота.
42. Запис чисел на стрічці машині Поста.
43. Обчислення на машині Поста: задача додавання одиниці до числа в різноманітних випадках.
44. Оптимізація програм для машини Поста методом поглинання.
45. Обчислення на машині Поста: задача додавання двох чисел для різних початкових станів машини.

- 46.Основні поняття теорії графів.
- 47.Матричне подання графів.
- 48.Матриця зв'язності графу.
- 49.Матриця відстаней на графі.
- 50.Алгоритми пошуку найкоротших шляхів та оптимальних маршрутів у графах.
- 51.Алгоритм Дейкстри
- 52.Масиви даних, рядки.
- 53.Основні поняття та термінологія, структур даних, вимоги до структур даних.
- 54.Масиви даних. Рядки.
- 55.Базові алгоритмічні структури: слідування, розгалуження, цикл з передумовою.
- 56.Додаткові алгоритмічні структури: вибір, цикл з післяумовою, цикл з параметром.
- 57.Представлення додаткових алгоритмічних структур через базові.
- 58.Поняття структури даних. Класифікація структур.
- 59.Операції над структурами даних.
- 60.Класифікація простих структур даних.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний та періодичний контроль								Підсумковий контроль (іспит)	Сума балів
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
4	3	3	1	3	4	3	4		
Контрольна робота за змістовим модулем 1 - 20					Контрольна робота за змістовим модулем 2 - 20			35	100

ФОРМУВАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ

Види навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість завдань	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1. Загальні відомості та аналіз алгоритмів			

Виконання і захист лабораторних робіт	1	14	14
Контрольна робота за змістовим модулем			20
Усього за змістовим модулем1			0-34
Змістовий модуль 2. Базові структури даних. Основні обчислювальні алгоритми.			
Виконання і захист лабораторних робіт	1	11	11
Контрольна робота за змістовим модулем			20
Усього за змістовим модулем2			0-31
Підсумковий контроль (іспит)			0-35
Підсумкова сума балів			0-100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Методичне забезпечення

Робоча програма навчальної дисципліни
<https://onu.edu.ua/uk/structure/faculty/fmfit/dystsypliny> ; конспект лекцій,
методичні вказівки до лабораторних робіт, мультимедійні презентації

14. Рекомендована література

Основна

1. Бородкіна І. Теорія алгоритмів. Посібник для студентів вищих навчальних закладів / І. Бородкіна – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 184 с.
2. Матвієнко М. П. Математична логіка та теорія алгоритмів. Навч. посібник / Матвієнко М. П., Шаповалов С. П. – К.: Ліра, 2015. – 212 с.
3. Клакович Л. М. , Левицька С. М. Теорія алгоритмів: Навчальний посібник. — Друге видання, доповнене. — Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2015. — 161 с.
4. Нікітченко М.С., Шкільняк О.С., Шкільняк С.С. Теорія алгоритмів. – К., 2015.
5. Новотарський М. А. Алгоритми та методи обчислень : навч. Посіб.– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 407 с.

Додаткова

6. Нікітченко М.С., Панченко Т.В., Поляков С.А. Теорія програмування в прикладах і задачах. – К., 2015.
7. Нікольський Ю. В., Пасічник В. В., Щербина Ю. М. Дискретна математика. – К.: Видавнича група ВНВ, 2017. – 368 с.
8. Власій О. О. Алгоритми та структури даних: лаб. Практикум Ів.-Франківськ: ПНУ, 2015.
9. Пекарський Б. Г. Основи програмування: навчальний посібник.- Рек. МОН К.: Кондор, 2018.
10. Васильєв О. Програмування на C++ в прикладах і задачах: навч. Посібник К.: Ліра-К, 2017.

15. Інформаційні ресурси

1. <http://nbuv.gov.ua/> - Сайт Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського;
2. <http://www.dnpb.gov.ua/> - Сайт Державної науково-педагогічної бібліотеки України імені В.О. Сухомлинського;
3. <http://onu.edu.ua/>- Сайт бібліотеки ОНУ імені І.І. Мечникова;
4. <http://odnb.odessa.ua/> - Сайт Одеської національної наукової бібліотеки;
5. <http://korolenko.kharkov.com/> - Сайт Харківської державної наукової бібліотеки імені В.Г. Короленка.