

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ



"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Проректор з навчально-методичної роботи

Каріна НЕМАШКАЛО

Основи алгоритмізації

робоча програма навчальної дисципліни

Галузь знань	<i>12 "Інформаційні технології"</i>
Спеціальність	<i>122 "Комп'ютерні науки"</i>
Освітній рівень	<i>перший (бакалаврський)</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерні науки</i>

Статус дисципліни

Мова викладання, навчання та оцінювання

обов'язкова

українська

Завідувач кафедри
інформаційних систем

Ірина УШАКОВА

Харків
2021

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри *інформаційних систем*
Протокол № 1 від 27.08.2021 р.

Розробник:
Щербаков О.В., кандидат технічних наук, доцент.

**Лист оновлення та перезатвердження
робочої програми навчальної дисципліни**

Навчальний рік	Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри

Анотація навчальної дисципліни

Широке розповсюдження інформаційних технологій, науково-технічний прогрес, проникнення інформаційно-комунікаційних технологій в усі сфери людської діяльності висувають нові, підвищені вимоги до підготовки фахівців в галузі інформаційних технологій. Сучасний професіонал у цій галузі повинен володіти цілим рядом компетенцій, серед яких особливе місце займають загальнонаукові та загально технічні компетенції, або, іншими словами – фундаментальні знання.

У загальному випадку, навчальна дисципліна "Основи алгоритмізації" розглядає такі питання, як формалізація понять "алгоритм", "складність алгоритму" та дослідження формальних алгоритмічних систем; загальні принципи побудови ефективних алгоритмів; сучасні методи дослідження та аналізу алгоритмів; способи та механізми реалізації ефективних алгоритмів у конкретних застосуваннях; класифікація завдань, визначення і дослідження класів складності; асимптотичний аналіз складності алгоритмів; дослідження та аналіз рекурсивних алгоритмів; отримання явних функцій трудомісткості для порівняльного аналізу алгоритмів; розробка критеріїв порівняльного оцінювання якості алгоритмів.

Мета навчальної дисципліни: отримання студентами ґрунтовної математичної підготовки та знань теоретичних, методичних і алгоритмічних основ інформаційних технологій для їх використання під час вирішення прикладних і наукових завдань у сфері інформаційних систем і технологій, забезпечення теоретичної та інженерної підготовки фахівців у галузі проектування, впровадження та використання інформаційних систем в бізнесі. Ознайомити студентів з сучасними та ефективними алгоритмами комп'ютерного оброблення інформації, а також методами їх дослідження та аналізу.

Характеристика навчальної дисципліни

Курс	1
Семестр	1
Кількість кредитів ECTS	6
Форма підсумкового контролю	іспит

Структурно-логічна схема вивчення дисципліни

Пререквізити	Постреквізити
Шкільний курс інформатики	Алгоритми та структури даних
	Програмування
	Об'єктно-орієнтоване програмування

Компетентності та результати навчання за дисципліною

Компетентності	Результати навчання
ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.	ПР1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.
ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.	
ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.	
ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.	

Компетентності	Результати навчання
СК3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.	
СК8. Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальнено-го, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.	
ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.	ПР5. Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій.
ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	
ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.	
СК3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.	
ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.	ПР9. Розробляти програмні моделі предметних середовищ, вибирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук.
ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	
ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.	
ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.	
ЗК9. Здатність працювати в команді.	
ЗК10. Здатність бути критичним і самокритичним.	
ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.	

Компетентності	Результати навчання
СК7. Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.	
ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	ПР12. Застосовувати методи та алгоритми обчислювального інтелекту та інтелектуального аналізу даних в задачах класифікації, прогнозування, кластерного аналізу, пошуку асоціативних правил з використанням програмних інструментів підтримки багатовимірного аналізу даних на основі технологій DataMining, TextMining, WebMining.
ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.	
ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.	
ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).	
ЗК10. Здатність бути критичним і самокритичним.	
СК11. Здатність до інтелектуального аналізу даних на основі методів обчислювального інтелекту включно з великими та погано структурованими даними, їхньої оперативної обробки та візуалізації результатів аналізу в процесі розв'язування прикладних задач.	
ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.	ПР14. Виконувати установку та налаштування сервісів (служб) для управління та діагностики роботи комп'ютерних мереж різних рівнів (глобальних, корпоративних, локальних), знати стандарти дротових та бездротових мереж, використовувати інструментальні засоби для проектування та моделювання комп'ютерних мереж.
ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	
ЗК10. Здатність бути критичним і самокритичним.	
СК10. Здатність застосовувати методології, технології та інструментальні засоби для управління процесами життєвого циклу інформаційних і програмних систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій відповідно до вимог замовника.	

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Поняття алгоритму та його формалізація

Тема 1. Поняття алгоритму. Основні властивості алгоритмів

Вступ. Мета та завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі. Структура дисципліни, рекомендації щодо її вивчення. Організаційно-методичне забезпечення дисципліни.

Алгоритм. Інтуїтивне поняття алгоритму. Способи запису і властивості алгоритмів. Конструктивні об'єкти в якості даних. Необхідність уточнення поняття алгоритму. Вимоги до загальної алгоритмічної моделі.

Тема 2. Методи розроблення алгоритмів

Методи розроблення алгоритмів: структурне програмування, рекурсія, обходи дерев, "поділяй і пануй", балансування, динамічне програмування, програмування з відходом назад, метод "гілок і меж", евристичні та наближені алгоритми

Тема 3. Математичні основи аналізу алгоритмів

Основи аналізу алгоритмів. Асимптотичний аналіз верхньої та середньої оцінок складності алгоритмів; порівняння найкращих, середніх і найгірших оцінок; O -, o -, θ -нотації; емпіричні вимірювання ефективності алгоритмів; накладні витрати алгоритмів за часом і пам'яттю; рекурентні співвідношення та аналіз рекурсивних алгоритмів.

Змістовий модуль 2. Універсальні обчислювальні моделі

Тема 4. Машина Поста

Поняття універсальної обчислювальної моделі. Використання універсальних обчислювальних моделей для формалізації поняття «алгоритм». Машина Поста як універсальна обчислювальна модель. Система команд машини Поста.

Тема 5. Машини Тюрінга і машини з необмеженими регістрами

Поняття універсальної моделі «Машина Тюрінга». Склад та принцип дії машини Тюрінга. Система команд машини Тюрінга. Можливості машини Тюрінга. Основна гіпотеза теорії алгоритмів.

Тема 6. Нормальні алгоритми Маркова

Марківські підстановки. Нормальні алгоритми і їх застосування до слів. Нормально обчислюваної функції і принцип нормалізації Маркова. Збіг класу всіх нормально обчислюваних функцій з класом функцій, обчислюваних по Тюрінгу. Еквівалентність різних теорій алгоритмів.

Перелік лабораторних занять, а також питань та завдань до самостійної роботи наведено у таблиці "Рейтинг-план навчальної дисципліни".

Методи навчання та викладання

В процесі викладання навчальної дисципліни "Основи алгоритмізації" використовуються методи продуктивного навчання, що спрямовані на стимулювання навчально-пізнавальної діяльності студентів, а саме: лекції, міні-лекції, лекції проблемного характеру, мозкові атаки, дискусії, бесіди, презентації, ілюстрації, робота в малих групах, лабораторні роботи, консультації, самостійна робота.

Проблемні лекції спрямовані на розвиток логічного мислення студентів (тема 1). Коло питань теми лекції обмежується двома-трьома ключовими моментами, увага студентів концентрується на матеріалі, що не знайшов широкого відображення в підручниках, використовується досвід закордонних навчальних закладів з виділенням головних висновків з питань, що розглядаються. Лекції проблемного характеру відрізняються поглибленою аргументацією матеріалу, що викладається.

При викладанні лекційного матеріалу студентам пропонуються питання для самостійного розмірковування. При цьому лектор задає питання, які спонукають студента шукати розв'язання проблемної ситуації. Така система примушує студентів сконцентруватися і почати активно мислити в пошуках правильної відповіді.

На початку проведення проблемної лекції потрібно чітко сформулювати проблему, яку необхідно вирішити студентам. При викладанні лекційного матеріалу слід уникати прямої відповіді на поставлені запитання, а висвітлювати лекційний матеріал таким чином, щоб отриману інформацію студент міг використовувати при розв'язанні проблеми.

Міні-лекції передбачають викладення навчального матеріалу за короткий проміжок часу й характеризуються значною ємністю, складністю логічних побудов, образів, доказів та узагальнень (тема 4, 5). Вони проводяться, як правило, як частина заняття-дослідження. На початку проведення міні-лекції за вказаними темами лектор акцентує увагу студентів на необхідності представити викладений лекційний матеріал у так званому структурно-логічному вигляді. На розгляд лекції виносяться питання, які зафіксовані в плані лекції, але викладаються стисло. Лекційне заняття проведене у такий спосіб, пробуджує у студента активність та увагу при сприйнятті матеріалу, а також спрямовує його на використання системного підходу при відтворенні інформації, яку він отримав від викладача.

Проблемні лекції та міні-лекції доцільно поєднувати з такою формою активізації навчального процесу, як робота в малих групах.

Робота в малих групах дає змогу структурувати лекційні або лабораторні заняття за формою і змістом, створює можливості для участі кожного студента в роботі за темою заняття, забезпечує формування особистісних якостей та досвіду соціального спілкування (тема 6).

Після висвітлення проблеми (при використанні проблемних лекцій) або стислого викладання матеріалу (при використанні міні-лекцій) студентам пропонується об'єднуватися у групи по 5-6 осіб та презентувати наприкінці заняття своє бачення та сприйняття матеріалу.

Презентації – виступи перед аудиторією, що використовуються для представлення певних досягнень, результатів роботи групи, звіту про виконання індивідуальних завдань (тема 1, 2). Однією з позитивних рис презентації та її переваг при використанні в навчальному процесі є обмін досвідом, який здобули студенти при роботі у певній малій групі.

Лабораторні заняття (з елементами семінарської дискусії) дозволяють формувати у студентів навички практичної реалізації практичних задач шляхом розробки алгоритмічного забезпечення та побудови на основі останнього відповідного програмного забезпечення з використанням структурного та базових принципів процедурно-орієнтовного програмування, узагальнювати отримані результати, формулювати висновки та думки, вести подальший обмін думками та поглядами з іншими учасниками щодо отриманих результатів досліджень із заданої проблематики, а також розвивають творче мислення, допомагають формувати погляди і переконання, вчать об'єктивно оцінювати результати і пропозиції опонентів, критично підходити до власних результатів та поглядів (тема 2, 3, 5, 6).

Ділові та рольові ігри – форма активізації студентів, за якої вони задіяні в процесі інсценізації певної виробничої ситуації у ролі безпосередніх учасників подій (тема 4).

Наприклад, при проведенні лабораторного заняття студенти можуть бути розділені на групи, кожна з яких отримує від викладача певне завдання, реалізація якого повинна бути виконана шляхом використання різних підходів.

Кейс-метод — метод аналізу конкретних ситуацій, який дає змогу наблизити процес навчання до реальної практичної діяльності спеціалістів і передбачає розгляд виробничих, управлінських та інших ситуацій, складних конфліктних випадків, проблемних ситуацій, інцидентів у процесі вивчення навчального матеріалу (тема 5).

Порядок оцінювання результатів навчання

Система оцінювання сформованих компетентностей у студентів враховує види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни передбачають лекційні, лабораторні заняття, контрольні роботи, а також виконання самостійної роботи.

Оцінювання сформованих компетентностей у студентів здійснюється за накопичувальною 100-бальною системою. Контрольні заходи включають:

поточний контроль, що здійснюється протягом семестру під час проведення лекційних, лабораторних занять та контрольних робіт;

підсумковий/семестровий контроль, що проводиться у формі семестрового екзамену, відповідно до графіка навчального процесу.

Поточний контроль включає оцінювання студентів під час лабораторних занять та контрольних робіт. Перед кожною лабораторною роботою з метою перевірки готовності студента до її виконання проводиться експрес-опитування за темою лабораторної роботи. Якщо студент правильно відповідає на питання, він отримує 1 бал. Після виконання лабораторної роботи студент захищає отримані результати перед викладачем. За захист студент може отримати до 7 балів. Робочою програмою навчальної дисципліни передбачено виконання 6 лабораторних робіт протягом семестру. Максимальна кількість балів, яку студент може отримати протягом семестру за лабораторні роботи складає 6 балів за експрес-опитування та 42 бали за захист лабораторних робіт, тобто усього 48 балів. Після першого та другого змістового модуля студенти виконують контрольну роботу. Максимальна кількість

балів за кожну контрольну роботу становить 6 балів. Максимальна кількість балів, яку студент може отримати протягом семестру за контрольні роботи складає 12 балів. Максимальна сума набраних протягом семестру балів становить 60 балів; мінімальна сума, що дозволяє студенту скласти іспит, становить 35 балів.

Підсумковий контроль: Підсумковий контроль знань та компетентностей студентів з навчальної дисципліни здійснюється на підставі проведення семестрового екзамену, завданням якого є перевірка розуміння студентом програмного матеріалу в цілому, логіки та взаємозв'язків між окремими розділами, здатності творчого використання накопичених знань, вміння формулювати своє ставлення до певної проблеми навчальної дисципліни тощо.

Екзаменаційний білет охоплює програму дисципліни і передбачає визначення рівня знань та ступеня опанування студентами компетентностей. Кожен екзаменаційний білет складається із 5 завдань (два стереотипних, два діагностичних та одне евристичне завдання), які передбачають вирішення типових професійних завдань фахівця на робочому місці та дозволяють діагностувати рівень теоретичної підготовки студента і рівень його компетентності з навчальної дисципліни.

Результат семестрового екзамену оцінюється в балах (максимальна кількість – 40 балів, мінімальна кількість, що зараховується, – 25 балів) і проставляється у відповідній графі екзаменаційної "Відомості обліку успішності". Результат семестрового екзамену оцінюється в балах (максимальна кількість – 40 балів, мінімальна кількість, що зараховується, – 25 балів) і проставляється у відповідній графі екзаменаційної "Відомості обліку успішності".

Студент **не може бути допущений** до складання екзамену, якщо кількість балів, одержаних за результатами перевірки успішності під час поточного та модульного контролю відповідно до змістового модуля впродовж семестру, в сумі не досягла 35 балів. Після екзаменаційної сесії декан факультету видає розпорядження про ліквідацію академічної заборгованості. У встановлений термін студент добирає залікові бали.

Студента слід **вважати атестованим**, якщо сума балів, одержаних за результатами підсумкової/семестрової перевірки успішності, дорівнює або перевищує 60. Мінімумально можлива кількість балів за поточний і модульний контроль упродовж семестру – 35 та мінімумально можлива кількість балів, набраних на екзамені, – 25.

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни розраховується з урахуванням балів, отриманих під час екзамену, та балів, отриманих під час поточного контролю за накопичувальною системою. Сумарний результат у балах за семестр складає: "60 і більше балів – зараховано", "59 і менше балів – не зараховано" та заноситься у залікову "Відомість обліку успішності" навчальної дисципліни.

Виставлення підсумкової оцінки здійснюється за шкалою, наведено в таблиці "Шкала оцінювання: національна та ЄКТС".

Форми оцінювання та розподіл балів наведено у таблиці "Рейтинг-план навчальної дисципліни".

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D	задовільно	
60 – 63	E		
35 – 59	FX	незадовільно	не зараховано

Рейтинг-план навчальної дисципліни

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
Тема 1. Поняття алгоритму. Основні властивості алгоритмів	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Проблемна лекція 1. Поняття і визначення алгоритму. Основні властивості алгоритмів. Вимоги до загальної алгоритмічної моделі.	Презентація	
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота №1. Розроблення схем алгоритмів лінійних обчислювальних процесів	Експрес-опитування за темою лабораторної роботи	1
			Захист лабораторної роботи 1	7
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою		
		Підготовка до експрес-опитування. Виконання завдання лабораторної роботи 1		
Тема 2. Методи розроблення алгоритмів	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція 2. Методи розробки алгоритмів	Презентація	
	Лабораторне заняття (з елементами семінарської дискусії)	Лабораторна робота №2. Розроблення схем алгоритмів розгалужених обчислювальних процесів	Експрес-опитування за темою лабораторної роботи	1
			Захист лабораторної роботи 2	7
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою		
		Підготовка до експрес-опитування. Виконання завдання лабораторної роботи 2		
<i>Аудиторна робота</i>				
Лекція	Лекція 3. Математичні основи аналізу алгоритмів. Поняття про обчислювальну складність алгоритмів			

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал	
Тема 3. Математичні основи аналізу алгоритмів	Лабораторне заняття (з елементами семінарської дискусії)	Лабораторна робота №3. Розроблення схем алгоритмів циклічних обчислювальних процесів	Експрес-опитування за темою лабораторної роботи	1	
			Захист лабораторної роботи 3	7	
			Контрольна робота 1	6	
	Самостійна робота				
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою			
Підготовка до експрес-опитування. Виконання завдання лабораторної роботи 1					
Тема 4. Машина Поста	Аудиторна робота				
	Лекція	Міні-лекція 4. Поняття універсальної обчислювальної моделі. Машина Поста. Система команд машини Поста.			
	Лабораторне заняття (ділова гра)	Лабораторна робота №4. Машина Поста	Експрес-опитування за темою лабораторної роботи	1	
			Захист лабораторної роботи 4	7	
	Самостійна робота				
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою			
Підготовка до експрес-опитування. Виконання завдання лабораторної роботи 4					
	Аудиторна робота				
	Лекція	Міні-лекція 5. Поняття універсальної моделі «Машина Тюрінга».			

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал	
Тема 5. Машини Тюрінга і машини з необмеженими регістрами	Лабораторне заняття (з елементами семінарської дискусії)	Лабораторна робота №5. Машина Тюрінга	Експрес-опитування за темою лабораторної роботи	1	
	<i>Самостійна робота</i>		Захист лабораторної роботи 5	7	
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою			
		Підготовка до експрес-опитування. Виконання завдання лабораторної роботи 2			
Тема 6. Нормальні алгоритми Маркова	<i>Аудиторна робота</i>				
	Лекція (робота в малих групах)	Лекція 6. Марківські підстановки. Нормальні алгоритми і їх застосування до слів.			
	Лабораторне заняття (з елементами семінарської дискусії)	Лабораторна робота №6. Нормальні алгоритми Маркова.		Експрес-опитування за темою лабораторної роботи	1
				Захист лабораторної роботи 6	7
				Контрольна робота 2	6
	<i>Самостійна робота</i>				
Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою				
	Підготовка до експрес-опитування. Виконання завдання лабораторної роботи 2				
Іспит				40	

Рекомендована література

Основна

1. Федорченко В.М., Щербаков О.В., Парфьонов Ю.Е. Алгоритмізація та програмування [Електронний ресурс] : навч. посіб. / кер. проекту В.М. Анохін; дизайн: Д.О. Романова,

програмування: О.К. Борисюк, М.С. Войчук; Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця. – Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016

2. Крєневич А.П. Алгоритми і структури даних. Підручник / А.П. Крєневич. – К.: ВПЦ "Київський Університет", 2021. – 200 с.

3. Козак Л. І. Основи програмування: навчальний посібник / Л. І. Козак, І. В. Костюк, С. П. Стасевич. – Львів:«Новий Світ-2000», 2020. – 328с.

Додаткова

4. Кормен Томас Г. Вступ до алгоритмів: Переклад з англійської третього видання / Томас Г. Кормен, Чарлз Е. Лейзерсон, Роналд Л. Рівест, Кліфорд Стайн. – К.:К.І.С., 2019. – 1288 с.

5. Матвієнко М.П. Теорія алгоритмів: Навчальний посібник / Матвієнко М.П. К.: Ліра-К, 2019. – 340 с.

6. Бородкіна І. Теорія алгоритмів. Посібник для студентів вищих навчальних закладів / І. Бородкіна. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 184 с.

7. Коваль В.С. Алгоритми і структури даних. Навчальний посібник / В.С. Коваль, П.Р. Струбицький. – Тернопіль: ФОП Шпак В. Б. – 2017. – 74 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

8. Основи алгоритмізації. / О.В. Щєрбаков [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=4976>.

9. Алгоритми і структури даних для початківців: складність алгоритмів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://echo.lviv.ua/dev/7084>

10. Алгоритми і структури даних для початківців: стеки і черги [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://echo.lviv.ua/dev/6992>

11. Алгоритми і структури даних для початківців: динамічний масив [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://echo.lviv.ua/dev/7031>

12. Algorithms and Data Structures [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://sites.google.com/site/indy256/algo_cpp.

13. Sorting Algorithm Animations [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sorting-algorithms.com>.