



Розробник<sup>1</sup>: Кренивч Андрій Павлович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математичної фізики.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри математичної фізики

Кашкоб (Самойленко В.Г.)

Протокол № 1 від «28» 08 2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

---

Протокол № 1 від «31» 08 2020 р.

Голова науково-методичної комісії Ol (проф. Олійник А.С.)

« 31 » 08 2020 року

---

<sup>1</sup> Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри, науково-методичної комісії факультету/інституту, підписується завідувачем кафедри, головою науково-методичної комісії факультету/інституту і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи.

Мета дисципліни – навчитися розв’язувати алгоритмічні задачі з застосуванням лінійних структур даних, дерев та графів, оцінювати складність отриманих алгоритмів, оптимізувати їх.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни.**

Для успішного опанування курсу, студент повинен знати основні поняття інформатики – виконавець, алгоритм, програма; синтаксис, семантику та властивості структур керування (ланцюг, розгалуження, цикли); синтаксичні конструкції мови програмування Python; формальні методи побудови алгоритмів та програм за допомогою рекурентних співвідношень; основні властивості програм; будову простих та складених типів даних; опис та використання підпрограм; поняття про виключні ситуації; роботу з файлами; модульне програмування, об’єктно-орієнтоване програмування.

## **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна «Алгоритми і структури даних» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 11 математика та статистика зі спеціальності 111 математика освітньої програми «комп’ютерна математика».

Дана дисципліна є обов’язковою.

Викладається у 2 семестрі 2 курсу в обсязі 180 год. (6 кредитів ECTS<sup>2</sup>) зокрема: лекції – всього 28 год., лабораторні 56 год., самостійна робота – 92 год. У курсі передбачено 2 змістових модулі. Завершується дисципліна іспитом.

## **4. Завдання (навчальні цілі):**

формування здатності розв’язувати складні задачі та практичні проблеми у математиці або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів математики, статистики й комп’ютерних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов; набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математиці, відповідно до освітнього рівня «Бакалавр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

- 1) Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- 2) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- 3) Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- 4) Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел;
- 5) Здатність приймати обґрунтовані рішення;
- 6) Здатність працювати автономно;
- 7) Здатність використовувати у професійній діяльності базові знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук;
- 8) Здатність використовувати стандартні прийоми та методи математичних досліджень, проявляти творчий підхід, ініціативу;
- 9) Здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв’язання;
- 10) Здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізняти основні ідеї від деталей і технічних викладок;
- 11) Здатність до кількісного мислення;
- 12) Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем;

<sup>2</sup> кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

- 13) Здатність застосовувати чисельні методи для дослідження математичних моделей;
- 14) Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів;
- 15) Здатність застосовувати спеціалізовані мови програмування та пакети прикладних програм;
- 16) Здатність використовувати обчислювальні інструменти для чисельних і символічних розрахунків;
- 17) Здатність виражати терміни специфічної предметної області мовою математики;
- 18) Здатність формулювати складні задачі оптимізації та прийняття рішень й інтерпретувати їхні розв'язки в оригінальному контексті цих задач;
- 19) Здатність отримувати якісну інформацію на основі кількісних даних;
- 20) Здатність розробляти експериментальні та спостережні дослідження й аналізувати дані, отримані на їх основі;
- 21) Здатність пояснювати математичними термінами результати, отримані під час розрахунків;

## **5. Результати навчання за дисципліною:**

| Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність) |  | Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання | Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)   | Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни |
|--|--|--|--|--|
| Код  | Результат навчання   |  |  |  |
| PH 1.1   | поняття про алгоритм та програму, час виконання програми та асимптотичну складність алгоритму.   | Лекція, лабораторне заняття, самостійна робота           | Іспит, активна робота на лекції, усні відповіді, виконання лабораторних робіт, виконання завдань самостійної роботи, | 2%   |
| PH 1.2   | алгоритми лінійного та бінарного пошуку.   | Лекція, лабораторне заняття, самостійна робота           |  | 3%   |
| PH 1.3   | структура даних хеш-таблиця, види хеш-таблиць та реалізація.   | Лекція, лабораторне заняття, самостійна робота           |  | 5%   |
| PH 1.4   | алгоритми сортування лінійних масивів.   | Лекція, лабораторне заняття, самостійна робота           |  | 5%   |
| PH 1.5   | алгоритми повного перебору.  | Лекція, лабораторне заняття, самостійна робота           |  | 5%   |
| PH 1.6   | лінійні структури даних (стек, черга, дек, лінійні списки).  | Лекція, лабораторне заняття, самостійна робота           |  | 5%   |
| PH 1.7   | дерева, та алгоритми на деревах  | Лекція, лабораторне заняття, самостійна робота           |  | 10%  |
| PH 1.8   | графи, алгоритми на зважених та незважених графах  | Лекція, лабораторне заняття, самостійна робота           |  | 10%  |
| PH 2.1   | обчислювати час виконання програми оцінювати її асимптотичну складність.   | Лабораторне заняття, самостійна робота                   | Іспит, активна робота на лекції, усні відповіді, виконання лабораторних робіт, виконання завдань самостійної роботи, | 3%   |
| PH 2.2   | розв'язувати задачі пошуку даних у лінійних масивах із застосуванням алгоритмів лінійного та бінарного пошуку, хеш-таблиць..                                 | Лабораторне заняття, самостійна робота                   |  | 7%   |
| PH 2.3   | розв'язувати задачі методом повного перебору.  | Лабораторне заняття, самостійна робота                   |  | 5%   |
| PH 2.4   | реалізувати лінійні структури даних (стек, черга, дек, списки) та застосовувати їх до розв'язання прикладних задач   | Лабораторне заняття, самостійна робота                   |  | 10%  |
| PH 2.5   | реалізувати деревовидні структури даних та застосовувати їх до розв'язання прикладних задач  | Лабораторне заняття, самостійна робота                   |  | 10%  |
| PH 2.6   | реалізувати графи та застосовувати їх до розв'язання прикладних задач  | Лабораторне заняття, самостійна робота                   |  | 10%  |
| PH 3.1   | здатність обґрунтувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування математичних методів та теорій | Лабораторне заняття, самостійна робота                   | активна робота на лекції, усні відповіді, виконання лабораторних робіт, виконання завдань самостійної роботи,        | 3%   |
| PH 3.2   | вироблення навиків командної роботи  | Лабораторне заняття, самостійна робота                   |  | 5%   |
| PH 3.3   | здатність вчасно та правильно виконувати поставлені задачі та звітувати про їхнє виконання   | Лабораторне заняття, самостійна робота                   |  | 2%   |

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

| Результати навчання дисципліни   | Р<br>Н      | Р<br>Н      | Р<br>Н      | Р<br>Н      | Р<br>Н      | Р<br>Н      | Р<br>Н      | Р<br>Н      | Р<br>Н      | Р<br>Н      | Р<br>Н      | Р<br>Н      | Р<br>Н      | Р<br>Н      | Р<br>Н      | Р<br>Н      | Р<br>Н      |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Програмні результати навчання  | 1<br>·<br>1 | 1<br>·<br>2 | 1<br>·<br>3 | 1<br>·<br>4 | 1<br>·<br>5 | 1<br>·<br>6 | 1<br>·<br>7 | 1<br>·<br>8 | 2<br>·<br>1 | 2<br>·<br>2 | 2<br>·<br>3 | 2<br>·<br>4 | 2<br>·<br>5 | 2<br>·<br>6 | 3<br>·<br>1 | 3<br>·<br>1 | 3<br>·<br>2 |
| (з опису освітньої програми)   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| <b>РН-5</b> – Мати навички використання спеціалізованих програмних засобів комп'ютерної та прикладної математики і використовувати інтернет-ресурси.   | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           |
| <b>РН-6</b> – Знати методи математичного моделювання природничих та/або соціальних процесів  | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           |
| <b>РН-21</b> – Розв'язувати типові задачі математичного аналізу, алгебри, диференціальних та інтегральних рівнянь, оптимізації за допомогою чисельних методів.   | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           |
| <b>РН-27</b> – Розробляти, аналізувати та застосовувати ефективні алгоритми для розв'язання задач у різних предметних галузях.   | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           |
| <b>РН-29</b> – Вміти використовувати стандартні схеми для розв'язання комбінаторних та логічних задач, застосовувати класичні алгоритми для перевірки властивостей та класифікації об'єктів, множин, відношень, графів, груп, кілець, решіток, булевих функцій тощо. | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           | +           |

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1. Форми оцінювання студентів:

#### - оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Розв'язання задач на практичних: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН1.5, РН1.6, РН1.7, РН1.8, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН2.4, РН2.5, РН2.6, РН3.1, РН3.2, РН3.3 – 20 балів/12 балів;

1. Розв'язання задач на практичних: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН1.5, РН1.6, РН1.7, РН1.8, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН2.4, РН2.5, РН2.6, РН3.1, РН3.2, РН3.3 – 40 балів/24 балів;

#### - підсумкове оцінювання: іспит.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;

- результати навчання, які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН1.5, РН1.6, РН1.7, РН1.8, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН2.4, РН2.5, РН2.6.

- форма проведення і види завдань: письмово-усна.

## 7.2. Організація оцінювання:

- **семестрове оцінювання:** оцінювання студентів здійснюється за результатами виконання студентами лабораторних робіт, роботи студентів під час лабораторних занять.

Під час лабораторного заняття, при вивченні нової теми або розгляді домашніх завдань, викладач може здійснювати усне опитування студентів або викликати студентів до дошки для розбору типових задач. В результаті такого опитування, студент може отримати 1 бал за заняття.

Протягом семестру студенти мають виконати 25 самостійних робіт, кожна з яких може бути оцінена до 2 балів. Для кожної самостійної роботи встановлюється термін її виконання. Самостійні роботи складені з недотриманням термінів виконання не може бути оцінена максимальною оцінкою (крім випадків, якщо роботу було повернуто викладачем на доопрацювання).

Крім цього, у курсі передбачено виконання командних завдань. Такі завдання виконуються групою студентів (командою, що формується ситуативно) до 3 осіб. За виконання такого завдання всі студенти команди можуть отримати до 2 балів. Зарахування командного завдання здійснюється шляхом захисту розв'язаної задачі під час лабораторної роботи перед усіма студентами академічної групи (у формі презентації, що містить опис алгоритму, коду та висновків до виконаної роботи).

Загальна оцінка за семестр формується, як сума усіх балів, отриманих студентом протягом семестру відповідно до зазначених вище критеріїв. При цьому, якщо його оцінка перевищує 60 балів, то вона встановлюється 60 балів.

- **підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет іспиту складається із 3 завдань. Перше завдання є теоретичним та оцінюється максимально у 20 балів. Друге та третє завдання є задачами, які пропонуються студенту на його вибір. Кожна з задач оцінюється у 20 балів. Додатково від 0 до 5 балів студент отримує за усне опитування. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів – якщо в результаті сумування балів отриманих студентом на іспиті його оцінка перевищує 40 балів, то вона встановлюється 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, при цьому оцінка за результатами навчання 2 [вміння] і 4 [автономність та відповідальність] не може бути меншою ніж 50% від максимального рівня (15 і 5 балів відповідно), оцінка за іспит не може бути меншою 24 балів.
- **умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання студентом сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум 35 балів* за семестр. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум 35 балів, для одержання допуску до іспиту повинні скласти необхідну кількість завдань самостійних робіт та/або додаткових завдань поставлених викладачем для досягнення семестрової оцінки не нижчої за 35 балів.

### Терміни проведення форм оцінювання:

|  | <i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форма оцінювання</i> |
|--|---|
| Активність студента на заняттях        | лютий – травень   |
| Виконання студентами самостійних робіт | лютий – початок червня  |
| Іспит                                  | червень   |

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

|                           |        |
|---------------------------|--------|
| Відмінно / Excellent      | 90-100 |
| Добре / Good              | 75-89  |
| Задовільно / Satisfactory | 60-74  |
| Незадовільно / Fail       | 0-59   |

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і практичних занять

| № п/п | Назва теми  | У тому числі |                     |                   |
|-------|---|--------------|---------------------|-------------------|
|       |   | Лекції       | Лабораторні заняття | Самостійна робота |
| 1.    | Складність алгоритмів.  | 2            | 4                   | 4                 |
| 2.    | Лінійний та бінарний пошук. Розв'язання рівнянь методом бісекції. Бінарний пошук по відповіді.  | 2            | 6                   | 8                 |
| 3.    | Хешування та хеш-таблиці.   | 2            | 4                   | 8                 |
| 4.    | Сортування.   | 2            | 4                   | 8                 |
| 5.    | Повний перебір.   | 2            | 4                   | 8                 |
| 6.    | Стек та його застосування.  | 2            | 4                   | 6                 |
| 7.    | Черга, дек, пріоритетна черга. Зв'язні списки. Їхнє застосування.   | 2            | 4                   | 6                 |
| 8.    | Дерева. Алгоритми на деревах (пошук в глибину та ширину).   | 2            | 2                   | 4                 |
| 9.    | Бінарні дерева. Бінарне дерево пошуку. Збалансовані дерева пошуку.  | 2            | 4                   | 8                 |
| 10.   | Двійкова купа та пріоритетна черга. Сортування на базі двійкової купи. Дерево відрізків.  | 2            | 4                   | 4                 |
| 11.   | Графи. Зображення графів у пам'яті комп'ютера.  | 2            | 2                   | 4                 |
| 12.   | Алгоритми на не зважених графах: Пошук в глибину та ширину, хвильовий алгоритм, алгоритми пошуку шляху. Топологічне сортування. Зв'язність та сильна зв'язність графів. Пошук компонент зв'язності та сильної зв'язності. | 3            | 4                   | 8                 |
| 13.   | Пошук шляхів у лабіринтах.  | 1            | 4                   | 4                 |
| 14.   | Алгоритми на зважених графах: Алгоритм Беллмана-Форда, Алгоритм Дейкстри, A*-алгоритм. Алгоритм Пріма побудови кістякового дерева.  | 2            | 6                   | 12                |
|       | <b>Всього</b>   | <b>28</b>    | <b>56</b>           | <b>92</b>         |

**Загальний обсяг:** 180 год., у тому числі:

Лекцій – 28 год.

Лабораторних занять – 56 год.

Самостійна робота – 92 год

Консультацій – 4 год.

## 9. Рекомендовані джерела

**Основні:**

1. Miller, B.N. Problem Solving with Algorithms and Data Structures Using Python / Miller, B.N., Ranum, D.L.. – Franklin: Beedle & Associates, 2011. – 425 с.

2. Bruno R. Preiss. Structures and Algorithms with Object-Oriented Design Patterns in Python / Bruno R. Preiss., 2003.



3. Kent D. Lee. Data Structures and Algorithms with Python / Kent D. Lee, Steve Hubbard., 2015.
4. Michael T. Goodrich. Data Structures and Algorithms in Python / Michael T. Goodrich, Roberto Tamassia, Michael H. Goldwasser., 2013. – 748 с.
5. Вирт Н. Алгоритмы + структуры данных = программы.–М.: Мир, 1985. –406 с.
6. Кнут Д. Э. Искусство программирования. Том 1. Основные алгоритмы = The Art of Computer Programming. Volume 1. Fundamental Algorithms / под ред. С. Г. Тригуб (гл. 1), Ю. Г. Гордиенко (гл. 2) и И. В. Красикова (разд. 2.5 и 2.6). — 3. — Москва: Вильямс, 2002. — Т. 1. — 720 с. — ISBN 5-8459-0080-8.
7. Кнут Д. Э. Искусство программирования, том 1, выпуск 1. MMIX — RISC-компьютеры нового тысячелетия = The Art of Computer Programming, Volume 1, Fascicle 1: MMIX — A RISC Computer for the New Millennium. — М.: «Вильямс», 2007. — 160 с. — ISBN 978-5-8459-1163-6.
8. Кнут Д. Э. Искусство программирования. Том 2. Получисленные алгоритмы = The Art of Computer Programming. Volume 2. Seminumerical Algorithms / под ред. Л. Ф. Козаченко (гл. 3, разд. 4.6.4 и 4.7), В. Т. Тертышного (гл. 4) и И. В. Красикова (разд. 4.6). — 3. — Москва: Вильямс, 2001. — Т. 2. — 832 с. — ISBN 5-8459-0081-6.
9. Кнут Д. Э. Искусство программирования. Том 3. Сортировка и поиск = The Art of Computer Programming. Volume 3. Sorting and Searching / под ред. В. Т. Тертышного (гл. 5) и И. В. Красикова (гл. 6). — 2-е изд. — Москва: Вильямс, 2007. — Т. 3. — 832 с. — ISBN 5-8459-0082-1.
10. Кнут Д. Э. Искусство программирования, том 4, А. Комбинаторные алгоритмы, часть 1 = The Art of Computer Programming, Volume 4A: Combinatorial Algorithms, Part 1 / под ред. Ю. В. Козаченко. — 1. — Москва: Вильямс, 2013. — Т. 4. — 960 с. — ISBN 978-5-8459-1744-7.

### **Додаткові:**

1. Крєневич А. П. Python у прикладах і задачах Частина 1. Структурне програмування [Електронний ресурс] / Андрій Павлович Крєневич. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.matfiz.univ.kiev.ua/books..>
2. Крєневич А.П. Python у прикладах і задачах. Частина 2. Об'єктно-орієнтоване програмування. Навчальний посібник – К.: ВПЦ "Київський Університет", 2020. – 152 с.
3. Крєневич, А.П. С у задачах і прикладах : навчальний посібник із дисципліни "Інформатика та програмування" / А.П. Крєневич, О.В. Обвінцев. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2011. – 208 с.
4. Обвінцев О.В. Інформатика та програмування. Курс на основі Python. Матеріали лекцій. – К., Основа, 2017
5. Python 3 для починаючих [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [pythonworld.ru](http://pythonworld.ru).
6. Орлов С. А. Технологии разработки программного обеспечения. Разработка сложных программных систем [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению "Информатика и вычисл. техника" / Сергей Александрович Орлов. – СПб.: Питер, 2002. – 463 с.
7. Прохоренко Н. А. Python 3 и PyQt. Разработка приложений. / Николай Анатольевич Прохоренко. – СПб: БХВ-Петербург, 2012. – 704 с.
8. Васильев А. Н. Python на примерах. Практический курс по программированию / А. Н. Васильев. – СПб.: Наука и техника, 2016. – 432 с. – (Просто о сложном).
9. Збірник задач з дисципліни "Інформатика і програмування" / Вакал Є.С., Личман В.В., Обвінцев О.В., Бублик В.В., Довгий Б.П., Попов В.В. -2-ге видання, виправлене та доповнене –К.: ВПЦ "Київський університет", 2006.– 94 с.
10. Абрамов С.А., Гнездилова Г.Г., Капустина Е.Н., Селюн М.И. Задачи по программированию. –М.: Наука, 1988. – 224 с.

11. Златопольский Д.М. Сборник задач по программированию. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. –240 с.
12. Пильщиков В.Н. Сборник упражнений по языку Паскаль: Учебное пособие для вузов . –М.: Наука, 1989. –160 с.
13. Вирт Н. Систематическое программирование. Введение.–М.: Мир, 1977. –184 с.
14. The Python Tutorial [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://docs.python.org/3/tutorial/index.html>.
15. Навчальні матеріали: Python [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.matfiz.univ.kiev.ua/pages/13>.
16. E-Olymp [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [www.e-olymp.com](http://www.e-olymp.com).
17. Школа программіста [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://acmp.ru/>