

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Факультет математики та інформатики

Кафедра алгебри та геометрії

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія алгоритмів та структури даних

(шифр і назва навчальної дисципліни)

|                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| Рівень освіти       | Бакалавр                         |
|                     | (назва рівня вищої освіти)       |
| Галузь знань        | 11 — Математика та статистика    |
|                     | (шифр і назва галуза)            |
| Спеціальність(ості) | 111 — Математика                 |
|                     | (шифр і назва спеціальності(ей)) |
| Освітня програма    | Математика                       |
|                     | (назва програми)                 |

Затверджено на засіданні кафедри

Протокол №1 від 31.08.2020

## 1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

|                                     |                                       |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Назва дисципліни</b>             | Теорія алгоритмів та структури даних  |
| <b>Викладач(-і)</b>                 | Гаврилків В.М.                        |
| <b>Контактний телефон викладача</b> | 59-60-16                              |
| <b>Е-mail викладача</b>             | <b>volodymyr.gavrylkiv@pnu.edu.ua</b> |
| <b>Формат дисципліни</b>            | Лекції та практичні заняття           |
| <b>Обсяг дисципліни</b>             | 12 кредитів                           |
| <b>Консультації</b>                 | Вівторок, 16 <sup>00</sup>            |

## 2. АНОТАЦІЯ ДО НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна “Теорія алгоритмів та структури даних” займає одне із центральних місць у системі професійної науково-предметної підготовки фахівця з математики. У цьому курсі вивчаються теоретичні основи теорії алгоритмів та структур даних. Зокрема розглядається теорія машин Тюрінга, теорія примітивно рекурсивних функцій, теорія нормальних алгоритмів Маркова, теорія складності алгоритмів, основні статичні та динамічні структури даних. Курс потребує базових знань з таких курсів як дискретна математика та алгебра і теорія чисел.

## 3. МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основною метою та завданням курсу “Теорія алгоритмів та структури даних” є формування компетентного спеціаліста в області теорії алгоритмів та структур даних, здатного застосовувати і розвивати основні положення дисципліни у науковій і навчальній діяльності, застосовувати апарат дисципліни у різних прикладних задачах математики та комп’ютерних наук. Цей курс сприятиме розвитку логічного та аналітичного мислення студентів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни “Теорія алгоритмів та структури даних” студент повинен

знати:

основні поняття і теореми з теорії алгоритмів та структур даних;

вміти:

- складати машини Тюрінга;
- доводити рекурсивність функцій;
- складати схеми НАМ;
- шукати часову та ємнісну складність алгоритмів;
- проводити аналіз ефективності алгоритмів;
- вибирати оптимальні структури даних та алгоритми при розв'язанні конкретних задач;
- за необхідності створювати власні алгоритми, що базуються на модифікації відомих технік і обґрунтовувати їх ефективність;
- реалізовувати розроблені алгоритми.

#### 4. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Загальні компетентності:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- знання й розуміння предметної області та професійної діяльності;
- здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями;
- здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність працювати автономно;
- визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

- здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання;

- Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів;
- здатність застосовувати спеціалізовані мови програмування та пакети прикладних програм.

Програмні результати навчання:

- знати основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміти сучасні тенденції в математиці;
- розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми;
- розв'язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями;
- розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей;
- знати теоретичні основи і застосовувати алгебраїчні методи для вивчення математичних структур.

## 5. ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

| Обсяг дисципліни  |                          |
|-------------------|--------------------------|
| Вид заняття       | Загальна кількість годин |
| Лекції            | 60                       |
| Практичні         | 60                       |
| Лабораторні       |                          |
| Самостійна робота | 240                      |

| Ознаки дисципліни                  |                  |                        |          |                          |
|------------------------------------|------------------|------------------------|----------|--------------------------|
| Спеціальність,<br>освітня програма | Рівень<br>освіти | Курс (рік<br>навчання) | Семестр  | Нормативна/<br>вибіркова |
| 111 — Математика,<br>Математика    | Бакалавр         | 2-й                    | 3-й, 4-й | нормативна               |

| Тематика дисципліни  |                 |      |     |      |      |      |
|--|-----------------|------|-----|------|------|------|
| Назви<br>змістових модулів і тем   | Кількість годин |      |     |      |      |      |
|  | вс.             | лек. | пр. | лаб. | інд. | сам. |
| <b>Семестр 3</b>   |                 |      |     |      |      |      |
| <b>Змістовий модуль 1. Теорія алгоритмів.</b>  |                 |      |     |      |      |      |
| Тема 1. Алгоритми в математиці. Основні вимоги до алгоритмів. Необхідність уточнення поняття алгоритму. [1, 8, 16] | 10              | 2    | 1   |      |      | 7    |
| Тема 2. Частково визначені обчислювальні функції. [1, 8, 16]   | 12              | 2    | 2   |      |      | 8    |
| Тема 3. Розв'язні та переліченні множини. [1, 8, 16]   | 11              | 2    | 1   |      |      | 8    |
| Тема 4. Системи числення та їх застосування в теорії алгоритмів. [5, 7]  | 13              | 2    | 2   |      |      | 9    |
| Тема 5. Машина Тюрінга. Аналіз МТ. [5, 8, 15, 16]  | 12              | 2    | 2   |      |      | 8    |
| Тема 6. Основні алгоритми синтезу МТ. [5, 8, 15, 16]   | 12              | 2    | 2   |      |      | 8    |
| Тема 7. Функції, що розпізнаються МТ. Композиція МТ. [5, 8, 15, 16]  | 11              | 2    | 2   |      |      | 7    |
| Тема 8. Частково рекурсивні та примітивно рекурсивні функції. Теза Черча. [5, 8, 21, 16]                           | 12              | 2    | 2   |      |      | 8    |
| Тема 9. Нормальні алгоритми Маркова. Дії над НАМ. [5, 8, 12, 15]   | 12              | 2    | 2   |      |      | 8    |
| Тема 10. Синтез нормальних алгоритмів Маркова. Нормально обчислювальні функції. [5, 8, 12, 15]                     | 12              | 2    | 2   |      |      | 8    |

| Тематика дисципліни  |                 |      |     |      |      |      |
|--|-----------------|------|-----|------|------|------|
| Назви<br>змістових модулів і тем   | Кількість годин |      |     |      |      |      |
|  | вс.             | лек. | пр. | лаб. | інд. | сам. |
| Тема 11. Алгоритмічно нерозв'язні проблеми. Проблема самозастосовності. [8, 14, 15, 16]  | 12              | 2    | 2   |      |      | 8    |
| Тема 12. Порядок зростання функцій. Асимптотичні позначення: $O$ , $\Omega$ , $\Theta$ , $o$ та $\omega$ . Порівняння функцій. [5, 8, 14, 16]  | 12              | 2    | 2   |      |      | 8    |
| Тема 13. Складність алгоритмів. Поліноміальні та експоненціальні алгоритми. Ефективність алгоритму в різних випадках: найкращому, найгіршому, в середньому. [5, 8, 14, 16]   | 13              | 2    | 2   |      |      | 9    |
| Тема 14. Часова та ємнісна складність машин Тюрінга та нормальних алгоритмів Маркова. [5, 8, 14, 16]   | 11              | 2    | 2   |      |      | 7    |
| Тема 15. Класи задач $P$ і $NP$ . $NP$ -складні і $NP$ -повні задачі. Приклади $NP$ -повних задач. [5, 8, 14, 16]  | 13              | 2    | 2   |      |      | 9    |
| Тема 16. Контрольна робота.  | 2               |      | 2   |      |      |      |
| Всього за модуль:  | 180             | 30   | 30  |      |      | 120  |
| Всього за семестр:   | 180             | 30   | 30  |      |      | 120  |
| <b>Семестр 4</b>   |                 |      |     |      |      |      |
| <b>Змістовий модуль 2. Структури даних.</b>  |                 |      |     |      |      |      |
| Тема 17. Алгоритмічні стратегії. Комбінування декількох алгоритмічних стратегій. Ітераційні алгоритми. Рекурсивні алгоритми. Стратегія гілок і границь ( <i>Branch and bound algorithms</i> ). Стратегія розподіляй і володарюй. Стратегія жадності ( <i>Greedy algorithms</i> ). Стратегія грубої сили ( <i>Brute force algorithms</i> ). [3, 14, 21] | 13              | 2    | 2   |      |      | 9    |
| Тема 18. Поняття рекурентного співвідношення. Розв'язання рекурентних співвідношень. Рекурентні співвідношення та оцінки складності алгоритмів. [3, 14, 21]  | 14              | 2    | 2   |      |      | 10   |

| Тематика дисципліни   |                 |      |     |      |      |      |
|---|-----------------|------|-----|------|------|------|
| Назви<br>змістових модулів і тем  | Кількість годин |      |     |      |      |      |
|   | вс.             | лек. | пр. | лаб. | інд. | сам. |
| Тема 19. Концепція типу для даних. Поняття структури даних. Основні види структур даних. Рівні описування даних. [4, 9, 10, 13]   | 11              | 2    | 2   |      |      | 7    |
| Тема 20. Рівні організації даних: логічна організація даних, представлення даних, фізична реалізація даних. [4, 9, 10, 13]  | 12              | 2    | 2   |      |      | 8    |
| Тема 21. Прості лінійні структури даних: стек, черга, дек. [2, 4, 9, 13]  | 11              | 2    | 2   |      |      | 7    |
| Тема 22. Статичні структури даних. Масиви. Множини. Кортежі. [4, 9, 10, 13]   | 13              | 2    | 2   |      |      | 9    |
| Тема 23. Алгоритми сортування. Бульбашкове сортування. Сортування вставками. Сортування вибором. Сортування злиттям. Шейкерне сортування. Швидке сортування. Метод декомпозиції (принцип "розділяй та владарюй"). Оцінки алгоритмів сортування. Асимптотично оптимальні алгоритми сортування. [2, 4, 9, 10, 13] | 13              | 2    | 2   |      |      | 9    |
| Тема 24. Спискові структури. Їєрархічні списки. Лінійні списки. Однонапрямлені списки. Двонапрямлені списки. Циклічні списки. Мультисписки. Стрічки. [4, 9, 10, 13]   | 13              | 2    | 2   |      |      | 9    |
| Тема 25. Динамічні та нелінійні структури даних. [2, 4, 9, 10, 13]  | 11              | 2    | 2   |      |      | 7    |
| Тема 26. Дерева. бінарні дерева. Алгоритми обходу дерева. [2, 4, 9, 13]   | 14              | 2    | 2   |      |      | 10   |
| Тема 27. Поняття графу. Алгоритми на графах. Пошук в глибину і ширину. Пошук в ширину і глибину на графі. Алгоритм Дейкстри. Алгоритм Флойда-Уоршелла. [2, 4, 9, 10, 13]  | 16              | 3    | 2   |      |      | 11   |
| Тема 28. Хешування даних. Хеш-таблиці та їх застосування. [4, 9, 10, 13]  | 11              | 2    | 2   |      |      | 7    |

| Тематика дисципліни   |                 |      |     |      |      |      |
|---|-----------------|------|-----|------|------|------|
| Назви<br>змістових модулів і тем  | Кількість годин |      |     |      |      |      |
|   | вс.             | лек. | пр. | лаб. | інд. | сам. |
| Тема 29. <i>Вказівники. Реалізація вказівників та об'єктів, управління пам'яттю.</i> [4, 9, 10, 13] | 12              | 2    | 2   |      |      | 8    |
| Тема 30. <i>Автоматні структури даних.</i> [5, 9, 10, 13, 14]                                       | 14              | 3    | 2   |      |      | 9    |
| Тема 31. <i>Контрольна робота.</i>  | 2               |      | 2   |      |      |      |
| Всього за модуль:   | 180             | 30   | 30  |      |      | 120  |
| Всього за семестр:  | 180             | 30   | 30  |      |      | 120  |
| Усього годин:   | 360             | 60   | 60  |      |      | 240  |

## 6. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Володіння матеріалом дисципліни студенти виявляють при написанні двох аудиторних контрольних робіт і двох колоквіумів у третьому семестрі та двох аудиторних контрольних робіт і двох колоквіумів у четвертому семестрі. Бали між контрольними роботами і колоквіумами розподіляються рівномірно.

За активну і змістовну участь у розв'язуванні задач на практичних заняттях оцінка за кожен модуль може бути підвищена щонайбільше на 5 балів.

Отримана за семестр сума балів множиться на такий коефіцієнт, щоб максимальна можлива сума балів (без додаткових) становила 50.

Максимальна можлива оцінка на іспиті — 50 балів. Сума балів за семестр та за іспит визначає підсумкову оцінку згідно поданої нижче таблиці.

| Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру | Оцінка ЄКТС | Оцінка за національною шкалою |
|--|-------------|-------------------------------|
| 90 – 100   | A           | відмінно                      |
| 80 – 89  | B           | добре                         |
| 70 – 79  | C           | добре                         |
| 60 – 69  | D           | задовільно                    |
| 50 – 59  | E           | достатньо                     |
| 1 – 49   | FX          | незадовільно                  |

## 7. ПОЛІТИКА КУРСУ

Самостійне та своєчасне виконання завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання. Плагіат та інші види академічної недоброчесності не принесуть позитивного результату, тому не рекомендуються. Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин навчання може відбуватись індивідуально (за погодженням із деканом факультету). Засвоєння пропущеної теми з поважної причини перевіряється під час складання підсумкового контролю. Пропуск лекції з неповажної причини відпрацьовується студентом відповідно до вимог кафедри, що встановлені на засіданні кафедри. Пропущені практичні заняття студент відпрацьовує згідно з графіком консультацій. Поточні "незадовільно"отримані студентом під час засвоєння відповідної теми перескладаються викладачеві до складання підсумкового контролю з обов'язковою відміткою у журналі обліку роботи академічних груп.

## 8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Ахо А. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции / А. Ахо, Дж. Ульман. – М.: Мир, 1978. – Т. 1. – 611 с.
2. Ахо. А. Структуры данных и алгоритмы: учебное пособие / А. В. Ахо [и др.]; пер. с англ., ред. А. А. Минько. -М. [и др.]: Вильямс, 2007. – 392 с.

3. Бондаренко М.Ф. Комп'ютерна дискретна математика: підручник / М.Ф. Бондаренко, Н.В. Білоус, А.Г. Руткас. – Харків: «Компанія СМІТ», 2004. – 480 с.
4. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных с примерами на Паскале / Н. Вирт; пер. с англ. Д.Б. Подшивалов. – СПб. : Невский диалект, 2008. – 351 с.
5. Гаврилків В.М. Формальні мови та алгоритмічні моделі: навчальний посібник / В.М. Гаврилків. – Івано-Франківськ: «Сімик», 2012. – 172 с.
6. Гаврилов Г.П. Задачи и упражнения по дискретной математике: Учеб. пособие / Г.П. Гаврилов, А.А. Сапоженко. – 3-е изд., перераб. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 416 с.
7. Завало С.Т. Алгебра і теорія чисел, ч. 2 / С.Т. Завало, В.М. Костарчук, Б.І. Хацет. – К.: Вища школа, 1976. – 384 с.
8. Игошин В.И. Математическая логика и теория алгоритмов: учеб. пособие / В.И. Игошин. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. — 448 с.
9. Коротеева Т.О. Алгоритми та структури даних: навч. посіб. /Т.О.Коротеева; Нац. ун-т "Львів. політехніка". -Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2014. – 279 с.
10. Костів. О.В. Методи розробки алгоритмів: тексти лекцій / О.В. Костів, С.А. Ярошко; Львівський національний ун-т ім. Івана Франка. – Л.: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2002. – 98 с.
11. Кривий С.Л. Дискретна математика: Вибрані питання / С.Л. Кривий. – К.: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2007. – 572 с.
12. Марков А.А. Теория алгоритмов / А.А. Марков, Н.М. Нагорный. – М.: Наука, 1984. – 432 с.
13. Михальов О.І. Структури даних та алгоритми: навч. посіб. для студ. вищ.навч. закл. / Михальов, В.В. Крамаренко, К.М. Ялова, К.Ю. Новікова; Дніпродзерж. держ. техн. ун-т. -Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2010. – 284 с.
14. Нікольський Ю.В. Дискретна математика / Ю.В. Нікольський, В.В. Пасічник, Ю.М. Щербина. – К.: Видавнича група ВНУ, 2007. – 368 с.

15. Пильщиков В.Н. Машина Тьюринга и алгоритмы Маркова. Решение задач / В.Н. Пильщиков, В.Г. Абрамов, А.А. Вылиток, И.В. Горячая. – М.: МГУ, 2006. – 47 с.
16. Самохин А.В. Математическая логика и теория алгоритмов / А.В. Самохин. – Москва, 2003. – 237 с.
17. Хромой Я.В. Математична логіка / Я.В. Хромой. – К.: Вища шк., 1983.
18. Хромой Я. В. Збірник задач і вправ з математичної логіки / Я.В. Хромой – К.: Вища шк., 1978

#### **Додаткова література**

19. Алферова З.В. Теория алгоритмов / З.В. Алферова – М.: «Статистика», 1973. – 164 с.
20. Белоусов А.И. Дискретная математика: Учеб. для вузов / А.И. Белоусов, С.Б. Ткачев. – 3-е изд. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 744 с.
21. Мальцев А.И. Алгоритмы и рекурсивные функции / А.И. Мальцев – М.: Наука, 1986. – 368 с.
22. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов / Ф.А. Новиков. – СПб.: Питер, 2001. – 304 с.
23. Тишин В.В. Дискретная математика в примерах и задачах / В.В. Тишин – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 352 с.

Викладач



Гаврилків В.М.