

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Механіко-математичний факультет**  
**Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь**

**Затверджено**

на засіданні кафедри математичної  
статистики і диференціальних рівнянь  
механіко-математичного факультету  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
(протокол № 1 від 29.08.2022)



Завідувач кафедри:

проф. О.М. Бугрій

Силабус з навчальної дисципліни  
**“Алгоритми і структури даних”**,  
що викладається в межах ОПП  
*“Комп’ютерний аналіз математичних моделей”*  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів зі  
спеціальності 111 – математика

**Львів 2022**

|  |   |
|--|---|
| <b>Назва дисципліни</b>                                    | <b>Алгоритми і структури даних</b>  |
| <b>Адреса викладання дисципліни</b>                        | м. Львів, вул. Університетська 1  |
| <b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b> | Механіко-математичного факультет<br>Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь   |
| <b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>           | Галузь знань: 11 Математика і статистика<br>Спеціальність: 111 Математика   |
| <b>Викладачі дисципліни</b>                                | <b>Головатий Юрій Данилович</b> , доктор фізико-математичних наук, професор кафедри математичної статистики і диференціальних рівнянь   |
| <b>Контактна інформація викладачів</b>                     | <a href="mailto:yuriy.golovaty@lnu.edu.ua">yuriy.golovaty@lnu.edu.ua</a>  |
| <b>Консультації</b>  | Консультацію з теоретичної чи практичної частини курсу можна отримати в чаті <b>MS Teams</b> , групі курсу в <b>Telegram</b> у будь-який зручний для студентів та викладача час, а також щотижнево в п'ятницю в ауд. 267 з 13:30 до 15:00.  |
| <b>Сторінка курсу</b>                                      | <a href="https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/alhorytmy-i-struktury-danykh-112-statystyka">https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/alhorytmy-i-struktury-danykh-112-statystyka</a>   |
| <b>Інформація про дисципліну</b>                           | Курс присвячений філософії сучасного програмування, яка ґрунтується на швидких алгоритмах та ефективних структурах даних. Знання алгоритмів та пов'язаних з ними структур даних є необхідним елементом освіти спеціалістів з інформаційних технологій, зокрема, спеціалістів з математичного моделювання та аналізу даних. Курс знайомить студентів з сучасними досягненнями теорії алгоритмів, ефективною імплементацією алгоритмів для швидкого пошуку, сортування, якісного і кількісного аналізу великих даних, а також їх візуалізації. Студенти оволодіють різними парадигмами та методами створення алгоритмів, а також критеріями оцінки їхньої ефективності. |
| <b>Коротка анотація дисципліни</b>                         | Дисципліна “ Алгоритми і структури даних” є вибірковою дисципліною з спеціальності 111 – математика для освітньої програми “Комп’ютерний аналіз математичних моделей”, яка викладається в 7 семестрі в обсязі 3-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).   |
| <b>Мета та цілі дисципліни</b>                             | <b>Мета дисципліни:</b> ознайомити студентів з парадигмами сучасного програмування, основними поняттями теорії алгоритмів, методами реалізації алгоритмів і структур даних.<br><b>Цілі дисципліни:</b> дати студентам широкий спектр сучасних алгоритмів і структур для ефективного збереження та швидкої обробки великих статистичних даних, навчити критично підходити до вибору структур даних та алгоритмів при реалізації конкретних інформаційних проєктів.   |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Література для вивчення дисципліни</b></p> | <p><b>Методичні матеріали</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Головатий Ю. Д. Електронний навчальний курс “Алгоритми і структури даних” (атестований Організаційно-методичним центром електронного навчання ЛНУ імені Івана Франка, червень 2022 р.) <a href="https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=5002">https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=5002</a>.</li> </ol> <p><b>Рекомендована література</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Рівест Р., Стайн К. Вступ до алгоритмів. К.І.С., 2019.</li> <li>3. Roughgarden T. Algorithms Illuminated. Part 1: The Basics. Cambridge University Press, 2017.</li> <li>4. Roughgarden T. Algorithms Illuminated. Part 2: Graph algorithms data structures. Cambridge University Press, 2018.</li> <li>5. Roughgarden T. Algorithms Illuminated. Part 3: Greedy algorithms and dynamic programming. Cambridge University Press, 2019.</li> </ol> <p><b>Додаткова література та інтернет-ресурси</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Cormen T. Algorithms Unlocked, The MIT Press, 2013.</li> <li>7. Sedgewick R., Wayne K. Algorithms. Princeton University, 2011.</li> <li>8. Онлайн-курс «Розробка та аналіз алгоритмів» на Prometheus: <a href="https://courses.prometheus.org.ua/courses/KPI/Algorithms101/2015_Spring/about">https://courses.prometheus.org.ua/courses/KPI/Algorithms101/2015_Spring/about</a>.</li> <li>9. Онлайн-курс «Основи програмування CS50 2019» на Prometheus: <a href="https://courses.prometheus.org.ua/courses/course-v1:Prometheus+CS50+2019_T1/course/">https://courses.prometheus.org.ua/courses/course-v1:Prometheus+CS50+2019_T1/course/</a>.</li> </ol> |
| <p><b>Обсяг курсу</b></p>                        | <p>Загальний обсяг: 90 годин. Аудиторні заняття: 64 год., з них 32 год. лекційні та 32 год. лабораторні роботи. Самостійна робота: 26 год.</p>   |
| <p><b>Очікувані результати навчання</b></p>      | <p>Вивчивши цей курс, студент <b>знатиме:</b> теорію складності алгоритмів, основні принципи побудови ефективних алгоритмів, типи структур даних та принципи роботи з ними; <b>вмітиме:</b> створювати якісні алгоритми та оцінювати їх ефективність, швидко отримувати та аналізувати інформацію з великих сховищ даних, оптимально зберігати дані у структурах, з якими зручно взаємодіяти.</p> <p>Після успішного завершення курсу студент набуде такі <b>загальні компетентності (ЗК)</b> та <b>спеціальні (фахові) компетентності (СК):</b></p> <p>ЗК-1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;<br/> ЗК-2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;<br/> ЗК-4 Здатність спілкуватися державною мовою як усно, такі письмово;<br/> ЗК-5 Здатність спілкуватися іноземною мовою;<br/> ЗК-6 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;<br/> ЗК-8 Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел;<br/> ЗК-9 Здатність приймати обґрунтовані рішення;<br/> ЗК-10 Здатність працювати в команді;<br/> ЗК-11 Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань);</p>  |

|                      |   |
|----------------------|---|
|                      | <p>СК-2 Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі;</p> <p>СК-5 Здатність до кількісного мислення;</p> <p>СК-6 Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем;</p> <p>СК-7 Здатність застосовувати чисельні методи для дослідження математичних моделей;</p> <p>СК-8 Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів;</p> <p>СК-9 Здатність застосовувати спеціалізовані мови програмування та пакети прикладних програм;</p> <p>СК-10 Здатність використовувати обчислювальні інструменти для чисельних і символічних розрахунків.</p> <p>СК-11 Здатність до побудови алгоритмів і структур даних та реалізації алгоритмів;</p> <p>а також здобуде такі <b>програмні результати навчання (РН):</b></p> <p>РН-5 Мати навички використання спеціалізованих програмних засобів комп'ютерної та прикладної математики і використовувати інтернет-ресурси;</p> <p>РН-7 Пояснювати математичні концепції мовою, зрозумілою для нефахівців у галузі математики;</p> <p>РН-12 Відшукувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації;</p> <p>РН-20 Розв'язувати основні математичні задачі аналізу даних; застосовувати базові загальні математичні моделі для специфічних ситуацій, мати навички управління інформацією, і застосування комп'ютерних засобів статистичного аналізу даних;</p> <p>РН-23 Знати основні поняття теорії алгоритмів і структур даних та володіти методами реалізації алгоритмів.</p> |
| <b>Ключові слова</b> | Алгоритм, структура даних, складність алгоритму, пошук, сортування, рекурсія, статичні та динамічні структури даних, бінарні дерева, графи, хешування   |
| <b>Формат курсу</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Дистанційний</i> з переглядом відео-курсу лекцій та відео-курсу практичних занять на платформі <a href="http://e-learning.lnu.edu.ua">e-learning.lnu.edu.ua</a>, можливістю комп'ютерного тестування студентів для самоконтролю, онлайн консультаціями з викладачем та проведенням заліковий контрольних робіт в центрі командної роботи <a href="https://www.microsoft.com/teams/">MS Teams</a>.</li> <li>• <i>Очний</i> з проведення лекційних, практичних занять і консультацій в аудиторії.</li> <li>• Змішаний <i>очно-дистанційний</i> формат з проведенням лише практичних занять в аудиторіях.</li> </ul>   |

|   |   |
|---|---|
| <b>Підсумковий контроль, форма</b>  | Іспит у 7 семестрі.   |
| <b>Пререквізити</b>   | Для вивчення цього курсу студенти повинні мати базові знання з <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ математичного аналізу,</li> <li>✓ дискретної математики,</li> <li>✓ програмування,</li> </ul> а також володіти синтаксисом мови Python.   |
| <b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b> | Презентації лекційних та практичних занять, відео лекцій та практичних. База завдань і тестів <b>MOODLE</b> (Modular Object Oriented Distance Learning Environment) на платформі <a href="http://e-learning.lnu.edu.ua">e-learning.lnu.edu.ua</a> для проведення тестувань і контрольних робіт.   |
| <b>Необхідне обладнання</b>   | Стаціонарний комп'ютер чи ноутбук із необхідним програмним забезпеченням та доступ до мережі Internet.  |
| <b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>                | <p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за схемою:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Виконання та захист лабораторних робіт – 40 балів.</li> <li>• Командний виступ з презентацією сучасних проблеми теорії алгоритмів – 10 балів.</li> <li>• Екзамен з теорії алгоритмів – 50 балів.</li> </ul> <p><b>Академічна доброчесність.</b> На початку курсу викладач повинен чітко і детально пояснити студентам систему оцінювання та форми тестування. Викладач обіцяє об'єктивно оцінювати знання студентів, готувати якісні навчальні матеріали та завдання, рівномірно розподіляти для студентів навантаження курсу протягом семестру, вчасно перевіряти контрольні роботи та інформувати студентів про їхні результати. Викладач очікує, що роботи студентів будуть самостійними, без списування та втручання в роботу інших студентів чи сторонніх осіб. Виявлення ознак академічної недоброчесності в написанні студентської роботи є підставою для її незарахування, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p><b>Відвідання занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p><b>Література.</b> Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> |
| <b>Питання до заліку чи екзамену</b>  | Для проведення тестування та іспиту створено банк питань в середовищі MOODLE на платформі <a href="http://e-learning.lnu.edu.ua">e-learning.lnu.edu.ua</a> , який містить понад 100 завдань з усіх теоретичних і практичних розділів курсу.   |
| <b>Опитування</b>   | Незалежні опитування студентів проводять на двох платформах.  |

|  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Студентське оцінювання електронного навчального курсу на платформі MOODLE<br/><a href="https://e-learning.lnu.edu.ua/mod/questionnaire/view.php?id=113511">https://e-learning.lnu.edu.ua/mod/questionnaire/view.php?id=113511</a></li> <li>○ Опитування щодо якості навчальних дисциплін в системі “Деканат” <a href="https://dekanat.lnu.edu.ua">https://dekanat.lnu.edu.ua</a></li> </ul> |
|--|--|

### Схема курсу “ Алгоритми і структури даних ”

| Тижні | Лекційний курс  |        | Лабораторні заняття  |        | Навчальна література та інтернет-ресурси   |
|-------|---|--------|--|--------|--|
|       | Назва теми  | Години | Назва теми   | Години |  |
| 1     | 2   | 3      | 4  | 5      | 6  |
| 1     | Вступ до теорії алгоритмів                                  | 2      | Лінійні структури даних: стеки та черги                                | 2      | [2,3,5]<br>Відео-курс [1],<br>Лекція 1,<br>Лаб. робота 1                                   |
| 2     | Парадигма “Поділяй і володарюй”. Швидке множення Карацуби   | 2      | Арифметичні вирази: обернена польська нотація                          |        | [2,3,5]<br>Відео-курс [1],<br>Лекції 2.1 і 2.2,<br>Лаб. робота 1                           |
| 3     | Сортування злиттям. Колаборативне фільтрування              | 2      | Обчислення арифметичних виразів. Алгоритм сортувального двору Дейкстри | 2      | [2,3]<br>Відео-курс [1],<br>Лекції 2.3 і 2.4,<br>Лаб. робота 2                             |
| 4     | Складність алгоритмів та асимптотичне оцінювання складності | 2      | Вступ до рекурсивних алгоритмів  | 2      | [2,3-5]<br>Відео-курс [1],<br>Лекції 3.1 і 3.2,<br>Лекції 2.3 і 2.4,<br>Лаб. робота 3, ч.1 |
| 5     | Рекурентні співвідношення. Основні теореми                  | 2      | Колаборативне фільтрування преференцій споживачів                      | 2      | [2,3-5]<br>Відео-курс [1],<br>Лекції 3.1 і 3.2,<br>Лаб. робота 3, ч.2                      |
| 6     | Швидке сортування: суть алгоритму                           |        | Розв’язування рекурентних співвідношень                                | 2      | [2,3,5]<br>Відео-курс [1],<br>Лекція 4.1   |
| 7     | Швидке сортування: рандомізована реалізація                 | 2      | Розв’язування рекурентних співвідношень (продовження)                  |        | [2,3,5]<br>Відео-курс [1],<br>Лекція 4.2   |
| 8     | Геш-таблиці   | 2      | Лінійні структури даних: масиви  | 2      | [2,3]<br>Відео-курс [1],<br>Лекції 5.1 і 5.2,<br>Лаб. робота 4                             |
| 9     | Криптографічні геш-функції                                  | 2      | Лінійні структури даних: зв’язані списки                               | 2      | [2,3]<br>Відео-курс [1],<br>Лекція 5.3,<br>Лаб. робота 5                                   |

|    |  |    |  |    |  |
|----|--|----|--|----|--|
| 10 | Графи та алгоритми на графах                         | 2  | Гешування і валідація банківських карток                                       | 2  | [2,4]<br>Відео-курс [1],<br>Лекція 6.1,<br>Лаб. робота 6       |
| 11 | Графові пошуки в ширину та глибину.                  | 2  | Криптографічне гешування і технологія блокчейну. Створення блокчейну           | 2  | [2,4]<br>Відео-курс [1],<br>Лекції 6.2 і 6.3,<br>Лаб. робота 7 |
| 12 | Топологічне сортування орієнтованих графів           | 2  | Криптографічне гешування і технологія блокчейну. Валідація блокчейну           | 2  | [2,4]<br>Відео-курс [1],<br>Лекція 6.4,<br>Лаб. робота 7       |
| 13 | Абстрактні типи даних. Черги з пріоритетами          | 2  | Міні-конференція. Захист командних проєктів                                    | 2  | [2,3,4]<br>Відео-курс [1],<br>Лекція 7.1                       |
| 14 | Піраміди і пірамідальне сортування                   | 2  | Міні-конференція. Захист командних проєктів                                    | 2  | [2,3,4]<br>Відео-курс [1],<br>Лекція 7.2                       |
| 15 | Алгоритм Дейкстри пошуку найкоротшого шляху на графі | 2  | Реалізація алгоритму Дейкстри пошуку найкоротшого шляху на графі               | 2  | [2,4]<br>Відео-курс [1],<br>Лекція 8,<br>Лаб. робота 8         |
| 16 | Дерева пошуку  | 2  | Реалізація алгоритму Дейкстри пошуку найкоротшого шляху на графі (продовження) | 2  | [2,4]<br>Відео-курс [1],<br>Лекція 9,<br>Лаб. робота 8         |
|    | Разом  | 32 |  | 32 |  |