



ОСНОВИ АНАЛІЗУ АЛГОРИТМІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>11 Математика та статистика</i>
Спеціальність	<i>113 Прикладна математика</i>
Освітня програма	<i>Математичні методи криптографічного захисту інформації</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Загальна кількість: 4 кредити ЄКТС / 120 годин Лекційних занять: 36 годин Практичних занять: 18 годин Лабораторні: 18 годин Самостійна робота студентів: 48 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua http://ipt.kpi.ua/navchalnij-protses
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доц. Яковлев Сергій Володимирович, к.т.н. (yasv@rl.kiev.ua) Практичні та комп'ютерні практикуми: ас. Чорний Олег Миколайович</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна «Основи аналізу алгоритмів» присвячена методам побудови ефективних алгоритмів для розв'язування задач різного типу та методам аналізу складності та ресурсоемності таких алгоритмів.

Основною метою дисципліни є формування у студентів навичок аналізу та порівняння різних алгоритмів, а також проектування та створення ефективних алгоритмів для різних можливих обмежень на параметри задач. Для досягнення мети передбачається опрацювання розрахункових та аналітичних задач, які ілюструють та розширюють лекційний матеріал, а також виконання комп'ютерних практикумів з дослідження можливостей різних складних структур даних та впливу їх використання на ефективність алгоритмів.

У результаті вивчення курсу студент повинен:

а) знати моделі та методи визначення складності алгоритмів у різних моделях обчислень, які використовуються для практичних застосувань;

б) знати основні методи побудови алгоритмів для розв'язування різних типів задач, необхідні умови для використання зазначених методів, способи оцінювання складності;

в) вміти будувати ефективні алгоритми для широкого класу задач, провадити аналіз побудованих алгоритмів у термінах часу виконання та споживаної пам'яті, порівнювати ефективність різних алгоритмів між собою.

Одержані знання та уміння посилюють такі компетентності та результати навчання, визначені освітньою програмою:

ФК 3 Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.

ФК 4 Здатність розробляти алгоритми та структури даних, програмні засоби та програмну документацію.

РН 4 Виконувати математичний опис, аналіз та синтез дискретних об'єктів та систем, використовуючи поняття й методи дискретної математики та теорії алгоритмів.

РН 9 Будувати ефективні щодо точності обчислень, стійкості, швидкодії та витрат системних ресурсів алгоритми для чисельного дослідження математичних моделей та розв'язання практичних задач.

Опанування даного курсу посилює знання, навички та уміння, які надаються такими дисциплінами, як «Дискретна математика», «Програмування», «Алгоритми та структури даних».

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дана дисципліна є продовженням дисципліни «Алгоритми та структури даних». Також вона доповнює дисципліни «Комбінаторний аналіз», «Спеціальні розділи обчислювальної математики» та «Теорія складності», однак за наявності необхідних навичок може опановуватись студентами незалежно.

Отримані практичні навички та засвоєнні знання можуть використовуватись у будь-яких дисциплінах, тематика яких пов'язана із алгоритмізацією задач та побудовою їх ефективних розв'язків, обчислювальними методами, криптографічним захистом інформації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Основні задачі аналізу алгоритмів

Тема 1.1. Поняття алгоритму, моделі обчислень. Асимптотична нотація (символи Ландау, нотація Кнута, нотація Ленстри).

Тема 1.2. Коректність, завершуваність та ефективність алгоритмів. Складність алгоритмів як числова функція, способи визначення складності

Розділ 2. Методи побудови та аналізу точних алгоритмів

Тема 2.1. Метод «грубої сили»

Тема 2.2. Метод декомпозиції

Тема 2.3. Жадібні алгоритми

Тема 2.4. Динамічне програмування

Розділ 3. Методи побудови та аналізу неточних алгоритмів

Тема 3.1. Комбінаторна оптимізація

Тема 3.2. Наближені алгоритми

Тема 3.3. Рандомізовані алгоритми

4. Навчальні матеріали та ресурси

Рекомендована література

1. Кормен, Томас Г. Вступ до алгоритмів : Переклад з англійської третього видання : [укр.] = Introduction to Algorithms : Third Edition : [пер. з англ.] / Томас Г. Кормен, Чарльз Е. Лейзерсон, Роналд Л. Рівест, Кліфорд Стайн. – К.: К.І.С., 2019. – 1288 с.

2. Вергунова І.М. Побудова та аналіз алгоритмів. Лекції. – Вінниця:ТВОРИ, 2020. – 164 с. – <http://csc.knu.ua/uk/filer/canonical/1622787925/1333/>

3. Arndt, Jörg. Matters Computational: Ideas, Algorithms, Source Code. [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.jjj.de/fxt/#fxtbook>

Відеозаписи лекцій викладені на Youtube-каналі кафедри ММЗІ та доступні за посиланням <https://www.youtube.com/playlist?list=PLhCN8H4P5LvHLgyxIR267Q5ZS6oimYfLn>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчання здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та взаємодії викладачів та студентів для засвоєння матеріалу та опанування практичних навичок. При викладанні дисципліни використовуються такі методи навчання: для лекційних занять – пояснювально-ілюстративний метод та метод проблемного викладу; для практичних занять – репродуктивний метод та метод проблемного викладу. Виконання комп'ютерних практикумів передбачає використання частково-пошукового методу

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Алгоритми, модель обчислень RAM. Неформальне означення складності алгоритму. Адитивна, мультиплікативна та бітова складності.
2	Символи Ландау, нотація Кнута. Ієрархія функцій за швидкістю зростання. Класи функцій за швидкістю зростання (поліноміальні, експоненційні, логарифмічні тощо). Нотація Ленстри.
3	Коректність та завершуваність алгоритмів, методи доведення коректності та завершуваності. Складність алгоритмів як числова функція. Складність у найгіршому випадку, складність у середньому, властивості.
4	Нижні границі складності алгоритмів. Оптимальні алгоритми. Метод «грубої сили»: ідея, властивості, особливості застосування.
5	Метод декомпозиції: ідея, властивості, особливості застосування. Основне рекурентне співвідношення, методи його розв'язування: метод підстановки, метод заміни змінних, оцінка дерева рекурсії
6	Основна теорема методу декомпозиції: формулювання, доведення, наслідки та узагальнення, застосування.
7	Альтернативні варіанти основної теореми. Зероізація та її вплив на складність алгоритмів.
8	Представлення поліномів та складність виконання операцій над поліномами. Інтерполяція Лагранжа, інтерполяція Ньютона.
9	Швидке перетворення Фур'є

10	Алгоритми сортування та їх аналіз: сортування злиттям, швидке сортування, лінійне та радіксне сортування.
11	Жадібні алгоритми: ідея, властивості, особливості застосування.
12	Елементи теорії матроїдів. Теорема Радо-Едмондса.
13	Динамічне програмування: ідея, властивості, особливості застосування. Приклади.
14	Алгоритми роботи із рядками, обчислення відстані редагування.
15	Комбінаторна оптимізація. Метод пошуку з поверненням, метод гілок та границь.
16	Наближені алгоритми: ідея та основні поняття. Приклади побудови наближених алгоритмів.
17	Рандомізовані алгоритми, основні означення. Гешування, фільтр Блума.
18	Залік

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Робота з бітовими та арифметичними операціями у моделі RAM
2	Оцінка асимптотичної швидкості росту функцій у термінах символів Ландау та нотації Кнута. Порівняння функцій за швидкістю зростання.
3	Побудова точних та асимптотичних оцінок складності арифметичних алгоритмів
4	Розв'язування рекурентних співвідношень різними методами
5	МКР, частина 1.
6	Побудова жадібних алгоритмів та їх аналіз. Кодування Хаффмана як приклад оптимального жадібного алгоритму.
7	Побудова алгоритмів на основі динамічного програмування та аналіз їх коректності та ефективності
8	МКР, частина 2
9	Підсумкове консультаційне заняття.

Лабораторна робота

Для закріплення теоретичних знань та формування необхідних практичних навичок студенти повинні виконати лабораторну роботу. Завдання складаються з трьох великих частин, які виконуються протягом семестру:

1) реалізація специфічної структури даних та базових операцій роботи з нею, оцінка складності реалізованих операцій;

2) реалізація спрощеного синтаксичного парсера, який розпізнає команди роботи із заданою структурою даних;

3) реалізація спрощеної бази даних, яка організовує створення, зберігання та обробку записів, які за типом відповідають заданій структурі даних, у відповідності до команд, які вводяться користувачем.

Лабораторна робота може виконуватись самостійно або у парі. У другому випадку виконання задач ЛР розподіляється між учасниками на власний розсуд, а оцінка за виконання ставиться обом учасникам однакова, за фактичне виконання задач ЛР.

6. Самостійна робота студента

Студент повинен завчасно готуватись до лекцій та практичних занять. Перед лекціями необхідно повторити теоретичний матеріал, наданий у попередніх лекціях. Перед практичними заняттями необхідно повторити відповідний теоретичний матеріал.

Обов'язковим є виконання домашніх завдань, які необхідно виконувати до наступного практичного заняття. Виконання та ревізія виконаних домашніх завдань також необхідні для підготовки до самостійних та модульних контрольних робіт.

Для здачі теоретичного опитування у формі тесту необхідно ретельно розібрати відповідний лекційний матеріал.

Виконання ЛР сприяє формуванню навичок самостійної та творчої роботи (пошуку додаткових матеріалів, формалізація поставлених задач, реалізація алгоритмів їх розв'язування); також, при виконанні завдання в бригаді, формуються навички колективної роботи над розробницькими проектами.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Студентам рекомендується відвідувати усі види занять, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання домашніх завдань, МКР та лабораторної роботи. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи

Студент, який пропустив частину МКР, одержує за неї нуль балів без можливості перескладання. Повторне написання будь-якої частини модульної контрольної роботи не допускається.

Оголошення результатів контрольних заходів

Результати виконання домашніх завдань оголошуються кожному студенту окремо у присутності або у дистанційній формі та супроводжуються коментарями, в яких студенти можуть побачити свою оцінку за певними критеріями, а також виокремлення основних помилок та зауваження.

Результати модульної контрольної роботи вказуються на бланках для модульної контрольної роботи (завдання, які виконували студенти) з позначенням усіх помилок, коректної або некоректної відповіді, а також з коментарями, зауваженнями тощо.

Теоретичне опитування проходить в усній формі (колоквіум) або у вигляді тесту, в залежності від форми навчання. На колоквіумі зауваження на свої відповіді студент одержує безпосередньо під час спілкування; оцінка за колоквіум оголошується наприкінці його проходження. При виконанні тесту оцінка оголошується після перевірки, і студент може одержати розгорнуте пояснення щодо виставленої оцінки та зауваження по своїх відповідях.

Результати письмової частини заліку вказуються на бланках для письмової залікової роботи (завдання, які виконували студенти) з позначенням усіх помилок, коректної або некоректної відповіді, а також з коментарями, зауваженнями тощо. Результати усної частини заліку оголошуються наприкінці її проходження.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури проведення та/або оцінювання контрольних заходів, та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши, з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

№	Контрольний захід	Макс бал	Ваговий бал	Кіл-ть	Усього
1.	Виконання домашніх завдань	4	1	≥ 3	12
2.	Модульна контрольна робота	42	1	1	42
3.	Комп'ютерний практикум	36	1	1	36
4.	Тест з теоретичного матеріалу	10	1	1	10
	Усього				100

Рейтингова оцінка складається з результатів роботи в семестрі. Якщо семестровий рейтинг складає не менше 60 балів, студенту виставляється відповідна оцінка, крім випадку, коли студент не погоджується із нею.

Студенти, які набрали від 50 до 60 балів за семестр, за бажанням замість складання заліку можуть пройти усну співбесіду із викладачем за матеріалами курсу. На співбесіді, відповідаючи на теоретичні питання (до десяти питань, одне питання = один бал), студент може підвищити свій семестровий рейтинг до мінімальної позитивної оцінки.

Студенти, які не отримали позитивну оцінку за результатами роботи у семестрі (але при цьому їх семестровий рейтинг складає не менше 10 балів), та студенти, які не погоджуються із такою оцінкою, на останньому лекційному занятті виконують залікову роботу. При цьому їх семестровий рейтинг анулюється, а рейтингова оцінка виставляється по результату виконання залікової роботи. Залікова робота включає в себе теоретичну частину (бліц-опитування, 20 балів, та розгорнута відповідь на одне теоретичне питання, 20 балів) та практичну частину (10 задач, 60 балів).

Студенти, які не одержали позитивної оцінки за результатами заліку, йдуть на перескладання дисципліни. Перескладання проводиться у такій само формі, як і залікова робота. На перескладанні семестровий рейтинг та результати виконання залікової роботи анулюються, а рейтингова оцінка виставляється за результатами виконання роботи на перескладанні.

Студенти, які після першого перескладання не одержали позитивної оцінки, йдуть на повторне перескладання дисципліни спеціалізованій атестаційній комісії. Формат повторного перескладання визначається комісією.

Студенти, які протягом семестру одержали менше 10 балів, не допускаються до складання семестрової атестації та рекомендуються кафедрі на відрахування або повторне проходження дисципліни.

Критерії оцінювання контрольних заходів, форми проведення заліку та інші деталі рейтингової системи наведено у Положеннях про рейтингову систему, які є додатками до даного силабусу.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація

Студенти, які протягом вивчення даної дисципліни успішно опанують онлайн-курс «Розробка та аналіз алгоритмів. Частина 1» на платформі Prometheus та отримають сертифікат про завершення навчання, можуть одержати до 10 бонусних балів до семестрового рейтингу, в залежності від одержаної оцінки за зазначений курс.

Студенти можуть проходити інші тематичні курси на освітніх онлайн-платформах за узгодженням із викладачем. За попередньо узгоджені курси, які були успішно завершені, також можна одержати до 10 бонусних балів, в залежності від оцінки за курс.

Загальна кількість бонусних балів, яку можна одержати протягом семестру, дорівнює 10 балів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склав: доцент кафедри ММЗІ, к.т.н. Яковлев Сергій Володимирович

Ухвалено кафедрою математичних методів захисту інформації (протокол №2 від 16.02.2022 р.).

Затверджено Методичною комісією ФТІ (протокол № 6 від 30.06.2022 року)