



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 ЕКТС / 120 годин Лекційних занять: 36 годин Практичних занять: 18 годин Комп'ютерних практикумів: 18 годин Самостійна робота студентів: 48 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	http://schedule.kpi.ua
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції: доц. Яковлев Сергій Володимирович, к.т.н. (yasv@rl.kiev.ua) Практичні заняття: ас. Паршин Олександр Юрійович Комп'ютерний практикум: ас. Грубіян Євген Олександрович</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання 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 задачі. 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 опанування курсу студент набуває таких знань та навичок:

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.

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

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, Кліффорд Стайн. – К.: К.І.С., 2019. – 1288 с.

2. 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=PLhCN8H4P5LvhLgyxlR267Q5ZS6oimYfLn>

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 – пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод та метод проблемного викладу. Захист комп'ютерних практикумів передбачає використання дискусійного 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	Тест з теоретичного матеріалу

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.

Комп'ютерний практикум

Для закріплення теоретичних знань та формування необхідних практичних навичок студенти повинні виконати комп'ютерний практикум. Завдання комп'ютерного практикуму 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.

Комп'ютерний практикум може виконуватись самостійно або у парі. У другому випадку виконання задач практикуму розподіляється між учасниками на власний розсуд, а оцінка за виконання ставиться обом учасникам однакова, за фактичне виконання задач практикуму.

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

Розподіл годин самостійної роботи студента

№	Вид самостійної роботи	Годин СРС
1.	Опанування лекційного матеріалу	11
2.	Підготовка до практичних занять	9
3.	Підготовка до виконання комп'ютерних практикумів	18
4.	Підготовка до виконання модульної контрольної роботи	4
5.	Підготовка до заліку	6
	Усього	48

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 необхідні навички. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички. Матеріал занять, які були з тих чи інших причин пропущені, необхідно опанувати самостійно.

Пропущені контрольні заходи

Студент, який без поважних причин пропустив частину МКР, одержує за неї нуль балів без можливості перескладання. Якщо пропуск стався з поважних причин (наприклад, хвороби), студент має можливість написати контрольний захід в інший узгоджений з викладачем термін без зниження оцінки. Повторне написання будь-якої частини модульної контрольної роботи не допускається.

Студент, який без поважних причин пропустив теоретичне опитування, одержує за нього нуль балів без можливості перескладання. Якщо пропуск стався з поважної причини, студенту буде надана можливість скласти теоретичне опитування у інший узгоджений із викладачем час.

Пропущений залік (за необхідності його складати) не зараховується незалежно від причин пропуску; у такому випадку студент отримує оцінку, сформовану на основі його семестрового рейтингу, та повинен складати залік на додатковій сесії.

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>.

У разі виявлення порушень норм академічної доброчесності під час виконання контрольного заходу студент одержує за цей захід нуль балів без можливості повторного виконання.

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	45	1	1	45
3.	Комп'ютерний практикум	33	1	1	33
4.	Тест з теоретичного матеріалу	10	1	1	10
	Усього				100

Критерії оцінювання контрольних заходів

1) Виконання домашніх завдань

Домашні завдання перевіряються вибірково та випадковим чином, однак у кожного студента буде не менше трьох перевірянь домашніх завдань протягом семестру. Одне домашнє завдання оцінюється у 4 рейтингових бали.

Критерії оцінювання одного домашнього завдання:

- Правильне повне виконання усіх завдань 100% оцінки
- Виконання з деякими неточностями 75-99% оцінки
- Виконання не менш ніж 50% усіх завдань 50-74% оцінки
- Наявність окремих правильно виконаних завдань 25-49% оцінки
- Усі завдання повністю неправильні 0 балів
- Домашнє завдання не здано 0 балів

Здача домашнього завдання після назначеного терміну виконання без поважної причини приводить до зниження оцінки за нього на 0,1 балу за кожен день запізнення; максимальне

зниження оцінки за пропуск дедлайну – 0,8 бали. Домашнє завдання, яке не було здано або було здано більш ніж через вісім днів після дедлайну, вважається невиконаним і автоматично оцінюється у 0 балів.

Максимальна кількість балів, яку можна одержати за домашні завдання, дорівнює 12. Загальна кількість балів, яку студент одержує за домашні завдання, дорівнює сумі балів за кожне перевірене домашнє завдання.

2) Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота (МКР) складається з декількох частин, які проводяться протягом семестру по мірі опанування теоретичного та практичного матеріалу. Кількість задач та їх вартість у балах визначається викладачами в залежності від складності самої задачі та об'єму винесеного на дану частину МКР матеріалу.

Критерії оцінювання однієї задачі МКР:

- | | |
|---|---------------|
| • Правильне повне розв'язання без помилок | 100% оцінки |
| • Розв'язання з несуттєвими помилками та/або описками | 90-99% оцінки |
| • Розв'язання з деякими неточностями | 70-89% оцінки |
| • Розв'язання із правильною ідеєю, але грубими помилками | 50-69% оцінки |
| • Наявність правильної ідеї розв'язку з неправильним її застосуванням або незакінченим розв'язком | 30-49% оцінки |
| • Розв'язок повністю неправильний або відсутній | 0% оцінки |

Студент, який без поважних причин пропустив частину МКР, одержує за неї нуль балів без можливості перескладання. Виконання частини МКР, пропущеної з поважних причин, врегульовується за домовленістю з викладачем в індивідуальному порядку.

Максимальна кількість балів, яку можна одержати за модульну контрольну роботу, дорівнює 45. Загальна кількість балів, яку студент одержує за одну частину модульної контрольної, дорівнює сумі балів за кожне завдання у відповідності до їх вартості та наведених критеріїв оцінювання. Загальна кількість балів, яку студент одержує за модульну контрольну роботу, дорівнює сумі балів за виконання усіх її частин.

3) Тести з теоретичного матеріалу

Наприкінці семестру студенти пишуть тест з теоретичного матеріалу. Тест складається із відкритих питань та питань із мультивибором відповіді. Кількість питань та їх вартість у балах визначається викладачами.

Критерії оцінювання одного тестового питання:

- | | |
|---|-------------|
| • Правильна відповідь | 100% оцінки |
| • Обрано не усі правильні відповіді | 50% оцінки |
| • Відкрита відповідь містить суттєві неточності | 50% оцінки |
| • Обрана хоча б одна неправильна відповідь | 0% оцінки |
| • Відкрита відповідь є неправильною | 0% оцінки |

Студент, який без поважних причин пропустив тест, одержує за нього нуль балів без можливості перескладання. Виконання тесту, пропущеного з поважних причин, врегульовується за домовленістю з викладачем в індивідуальному порядку.

Максимальна кількість балів, яку можна одержати за тест, дорівнює 10 балів. Загальна кількість балів, яку студент одержує за тест, дорівнює сумі балів за кожне тестове питання у відповідності до їх вартості та наведених критеріїв оцінювання.

4) Комп'ютерний практикум

Комп'ютерний практикум виконуються самостійно, бригадами по два студенти або одноосібно. Максимальна оцінка за комп'ютерний практикум дорівнює 33 бали. Практикум складається з трьох етапів, які можна виконувати в довільному порядку; однак передбачені дедлайни для виконання першої, другої та третьої частин.

Оцінка за кожен етап комп'ютерного практикуму формується з таких складових:

- практична частина (програмний код): до 6 балів;
- захист (теоретична частина): до 5 балів;

Здача етапу комп'ютерного практикуму після призначеного терміну виконання без поважної причини приводить до зниження оцінки за нього на 0,5 балу за кожен тиждень запізнення; максимальне зниження оцінки за пропуск дедлайну – 2 бали.

Через чотири тижні після призначеного терміну виконання відповідний етап комп'ютерного практикума перестають прийматись. Можливість здати та захистити такі частини комп'ютерного практикуму буде надана один раз перед перескладанням дисципліни.

Заохочувальні бали

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 заохочувальних балів, які можна одержати за дисципліну: 10 балів.

Умови одержання проміжної атестації

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем та проводиться двічі за семестр, на 7-му та 13-му навчальному тижнях семестру. Для одержання кожної атестації поточний рейтинг студента повинен бути не менше половини від суми максимальних балів за усі контрольні заходи, які були проведені на момент атестації.

Умови одержання семестрової оцінки

Необхідними умовами одержання семестрової оцінки є

- семестровий рейтинг не менше 60 балів;
- виконання та захист комп'ютерного практикуму.

Студенти, які не одержали позитивну оцінку за результатами роботи у семестрі (але при цьому їх семестровий рейтинг складає не менше 10 балів та виконано інші умови одержання семестрової оцінки), та студенти, які не погоджуються із такою оцінкою, виконують залікову роботу. При цьому їх семестровий рейтинг анулюється, а рейтингова оцінка виставляється по результату виконання залікової роботи.

Студенти, які набрали від 50 до 60 балів за семестр, за бажанням замість написання залікової роботи 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 протягом семестру одержали менше 10 балів, вважаються такими, що не виконали умови одержання семестрової оцінки, та рекомендуються кафедрі на відрахування або повторне переслуховування дисципліни.

Умови проведення залікової роботи

Право писати залікову роботу мають:

- а) студенти, семестровий рейтинг яких складає 10-59 балів і які захистили комп'ютерний практикум;
- б) студенти, семестровий рейтинг яких складає 60-100 балів, але які не згодні з одержаною семестровою оцінкою.

Студентам, які пишуть залікову роботу, анулюється семестровий рейтинг. Оцінка, яку вони одержують за дисципліну, формується за результатами складання залікової роботи.

Залікова робота проводиться на заліковому тижні в кінці семестру.

Залікова робота включає в себе:

- практичну частину (10 задач, 60 балів);
- теоретичний тест (20 питань, 20 балів);
- теоретичне питання із розгорнутою відповіддю (20 балів).

Критерії оцінювання задач практичної частини співпадають з критеріями оцінювання задач МКР. Критерії оцінювання тестових питань співпадають із критеріями для тестів з теоретичного матеріалу.

Критерії оцінювання теоретичного питання із розгорнутою відповіддю:

- | | |
|--|---------------|
| • Студент демонструє вичерпне розуміння теоретичного матеріалу | 100% оцінки |
| • Студент відповідає з незначними неточностями | 90-99% оцінки |
| • Студент відповідає з суттєвими неточностями | 60-89% оцінки |
| • Відповіді студента лише частково вірні | 30-59% оцінки |
| • Відповіді студента містять лише окремі вірні положення | 10-29% оцінки |
| • Студент демонструє повне незрозуміння теоретичного матеріалу | 0 балів |

Під час виконання залікової роботи забороняється використання будь-яких додаткових довідкових матеріалів.

Перескладання дисципліни

Перескладання дисципліни проходить у такій само формі, як і залікова робота. Для допуску до перескладання студент повинен одержати не менше 10 рейтингових балів (з урахуванням складання залікової роботи) та захистити комп'ютерний практикум. Рейтингова оцінка студента визначається результатами перескладання.

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

Підсумкова оцінка з дисципліни

Рейтингова оцінка складається з результатів виконання семестрових контрольних заходів (включно з заохочувальними) або за результатами виконання залікової роботи чи перескладання. Оцінка за стобальною шкалою переводиться до університетської шкали оцінок за наведеною таблицею відповідності.

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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою математичних методів захисту інформації (протокол №6/2 від 25.06.2025 р.).

Затверджено Методичною комісією НН ФТІ (протокол №6 від 30.06.2025 року)