



# Програмування ефективних 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: 120 годин / 4 кредити Лекційних занять: 36 годин Лабораторних занять: 36 годин Самостійна робота студентів: 48 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	<a href="https://schedule.kpi.ua">https://schedule.kpi.ua</a>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., проф. Куссуль Наталія Миколаївна, natalia.kussulKPI@gmail.com Лабораторні: Яйлимова Ганна Олексіївна,</i>
Розміщення курсу	

### Програма навчальної дисципліни

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

**Метою** навчальної дисципліни «Програмування ефективних алгоритмів» є оволодіння технологіями та методами програмування алгоритмів на мові C++ для подальшого використання у розв'язанні задач прикладної фізики, математики, інформатики та інших галузей науки, оволодіння модульними технологіями програмування, побудовою ефективних алгоритмів з їх подальшою програмною реалізацією для чисельного розв'язання широкого класу задач, розробки професійних проблемно-орієнтованих програм широкого спектру призначення.

Дисципліна охоплює питання створення ефективних алгоритмів, здатних швидко обробляти великі набори даних. Вивчаються математичні питання, які є важливими для олімпіадного програмування. Розглядається ефективна обробка запитів за діапазоном масиву, методи роботи з рядками. Вивчаються принципи динамічного програмування і їх оптимальна реалізація, спеціалізовані алгоритми на графах та на деревах, а також інші ефективні алгоритми роботи з даними.

#### Загальні компетентності

ЗК1 – Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК2 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3 – Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК4 – Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК6 – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК7 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8 – Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК9 – Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК10 – Навички у використанні інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК11 – Здатність працювати в міжнародному контексті.

ЗК12 – Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

### **Фахові компетентності**

ФК2 – Здатність виконувати завдання, сформульовані у математичній формі.

ФК3 – Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.

ФК4 – Здатність розробляти алгоритми та структури даних, програмні засоби та програмну документацію.

ФК6 – Здатність розв'язувати професійні задачі за допомогою комп'ютерної техніки, комп'ютерних мереж та Інтернету, в середовищі сучасних операційних систем, з використанням стандартних офісних додатків.

ФК7 – Здатність експлуатувати та обслуговувати програмне забезпечення автоматизованих та інформаційних систем різного призначення.

ФК8 – Здатність використовувати сучасні технології програмування та тестування програмного забезпечення.

ФК9 – Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів.

ФК10 – Здатність створення документів встановленої звітності, використання нормативно-правових документів.

ФК12 – Здатність до пошуку, систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного й закордонного досвіду, пов'язаного із застосуванням математичних методів для дослідження різноманітних процесів, явищ та систем.

ФК13 – Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних.

ФК14 – Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.

### **Програмні результати навчання**

РН1 – Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.

РН3 – Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.

РН4 – Виконувати математичний опис, аналіз та синтез дискретних об'єктів та систем, використовуючи поняття й методи дискретної математики та теорії алгоритмів.

РН5 – Уміти розробляти та використовувати на практиці алгоритми, пов'язані з апроксимацією функціональних залежностей, чисельним диференціюванням та інтегруванням, розв'язанням систем алгебраїчних, диференціальних та інтегральних рівнянь, розв'язанням крайових задач, пошуком оптимальних рішень.

РН7 – Вміти проводити практичні дослідження та знаходити розв'язок некоректних задач.

РН9 – Будувати ефективні щодо точності обчислень, стійкості, швидкодії та витрат системних ресурсів алгоритми для чисельного дослідження математичних моделей та розв'язання практичних задач.

РН10 – Володіти методиками вибору раціональних методів та алгоритмів розв'язання математичних задач оптимізації, дослідження операцій, оптимального керування і прийняття рішень, аналізу даних.

РН11 – Вміти застосовувати сучасні технології програмування та розроблення програмного забезпечення, програмної реалізації чисельних і символічних алгоритмів.

РН12 – Розв'язувати окремі інженерні задачі та/або задачі, що виникають принаймні в одній предметній галузі: в соціології, економіці, екології та медицині.

PH13 – Використовувати в практичній роботі спеціалізовані програмні продукти та програмні системи комп'ютерної математики.

PH14 – Виявляти здатність до самонавчання та продовження професійного розвитку.

PH15 – Уміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу.

PH17 – Уміти здійснювати збір, опрацювання, аналіз, систематизацію науково-технічної інформації, уникаючи при цьому академічної недоброчесності.

PH20 – Демонструвати навички професійного спілкування, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та принаймні однією з офіційних мов ЄС.

#### **Знання:**

- Знання ефективних алгоритмів програмування та розуміння принципів їх реалізації на мові C++.
- Знання основних структур даних та алгоритмів роботи з ними
- Знання основних методів обробки простих та структурованих даних;

#### **Уміння:**

- побудувати ефективний алгоритм обробки структур даних;
- програмно реалізувати швидкий алгоритм у вигляді окремої програми;
- виділити загальні методи обробки даних у окремі блоки та запрограмувати їх;
- побудувати програму модульної структури, що включає окремі модулі, призначені для визначення та обробки окремої структури даних або для розв'язання групи пов'язаних між собою задач;

#### **Досвід:**

- вирішення задач прикладної математики та кібербезпеки на основі розробленого алгоритму, доведення розв'язку до числового результату, знаходження розв'язку модельної задачі із необхідною точністю;
- використання базових стандартних бібліотек, що не увійшли у лекційний курс або вивчаються оглядово.

#### **В результаті вивчення навчальної дисципліни «Програмування ефективних алгоритмів» студенти зможуть:**

- Організувати власну професійну діяльність, обирати оптимальні методи та способи розв'язання складних спеціалізованих задач та практичних проблем у професійній діяльності, оцінювати їхню ефективність.
- Використовувати результати самостійного пошуку, аналізу та синтезу інформації з різних джерел для ефективного рішення спеціалізованих задач професійної діяльності.
- Виконувати аналіз та декомпозицію складних задач.
- Використовувати сучасне програмно-апаратне забезпечення інформаційно-комунікаційних технологій.

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

Дисципліна «Програмування ефективних алгоритмів» базується на навичках, отриманих студентами при вивченні таких дисциплін як "Математичний аналіз", "Програмне забезпечення обчислювальних систем", «Програмування», «Алгоритми і структури даних».

Для вивчення дисципліни студент має бути знайомий з основами програмування, бажано на C++, структурами даних, в тому числі наявними в стандартній бібліотеці C++, проте досвід проектування алгоритмів або участі в олімпіадах не обов'язковий. Отримані компетенції в перспективі будуть важливими для аналітиків даних, розробників програмного забезпечення та дозволять розробляти ефективні алгоритми розпізнавання образів і комп'ютерного зору.

Отримані знання та практичні навички та засвоєні під час вивчення навчальної дисципліни «Програмування ефективних алгоритмів» теоретичні знання в подальшому можна використовувати під час вивчення багатьох інших навчальних дисциплін, пов'язаних з використанням інформаційних технологій та візуалізацією практичних результатів та результатів

проведення експериментів: "Методи обчислень", "Математичне моделювання", «Аналіз даних» та ін.

Необхідні знання і навички:

- Знайомство з алгоритмами.
- Розуміння базових принципів розробки програм та архітектури обчислювальних систем.
- Знання загальних принципів побудови програм мовою програмування C++.
- Компілятори.

### 3. Зміст навчальної дисципліни

Надається перелік розділів і тем всієї дисципліни.

#### Розділ 1. Базові алгоритми і теорія чисел

- Тема 1. Асимптотика.
- Тема 2. Лінійні алгоритми
- Тема 3. Бінарний пошук
- Тема 4. Решето Ератосфена
- Тема 5. Операції за модулем
- Тема 6. Алгоритм Евкліда

#### Розділ 2. Динамічне програмування

- Тема 1. Лінійне динамічне програмування
- Тема 2. Двовимірне динамічне програмування
- Тема 3. Відновлення відповіді
- Тема 4. Задача про заплічник (рюкзак)

#### Розділ 3. Теорія графів

- Тема 1. Базові визначення теорії графів
- Тема 2. Обхід в глибину
- Тема 3. Обхід в ширину

### 4. Навчальні матеріали та ресурси

Базові навчальні матеріали:

1. <https://stepik.org/course/64454/syllabus> Он-лайн курс «Швидкий старт в олімпіадне програмування»
2. Webber, Z. (2018). C++: 21 Sample Codes and Advanced Crash Course Guide in C++ Programming. Independently published. (<https://www.twirpx.com/file/2737977/>)
3. C++ Notes for Professionals, April 4, 2020 (<https://www.onlineprogrammingbooks.com/c-plus-plus-notes-for-professionals/>)
4. Fundamentals of C++ Programming by Richard L. Halterman (<https://www.dbooks.org/fundamentals-of-c-programming-1201/>)

Факультативні джерела:

1. Богач І.В., Довгалець С.М., Дубовой В.М. Алгоритми розв'язання задач з програмування. Решебник.- Вінниця: ВНТУ, 2017 - 119 с. (<http://dovgalets.vk.vntu.edu.ua/file/e8cf047487318a370f933d7d25ff6394.pdf>)
2. <https://stepik.org/lesson/534/step/3?unit=857> – Структура коду на C++
3. <https://stepik.org/lesson/538/step/2?unit=861> – Стек викликів
4. <https://www.youtube.com/watch?v=ohW8iQQaZYY> – Робота з файлами
5. [https://www.stroustrup.com/Programming/PPP2\\_Ch18.pdf](https://www.stroustrup.com/Programming/PPP2_Ch18.pdf) - STL, Робота з векторами та масивами

#### Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчання здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та стратегії взаємодії викладача та студента для засвоєння студентами матеріалу та розвитку у них практичних навичок. Для проведення занять застосовується практичний метод. Для лекційних занять використовуються

пояснювально-ілюстративний метод та метод проблемного виконання, для проведення лабораторних робіт використовується частково-пошуковий та дослідницький методи навчання, при яких викладач ставить перед студентами проблему, і ті вирішують її самостійно або під керівництвом викладача, висуваючи ідеї, перевіряючи їх, підбираючи для цього необхідні джерела інформації, методи, підходи тощо.

Назви змістових модулів і тем	Всього годин	Лекції	Комп'ютерний практикум	СРС
<b>Розділ 1. Базові алгоритми і теорія чисел</b>	<b>34</b>			
Тема 1. Асимптотика.	6			
Лекція 1. Принципи розробки ефективних алгоритмів.		2		
Лекція 2. Асимптотика		2		
Лабораторний практикум 1. Принципи створення ефективних програм на мові C++			2	
Тема 2. Лінійні алгоритми	6			2
Лекція 3. Типи даних. Лінійні алгоритми		2		
Лабораторний практикум 2. Лінійні алгоритми			2	
Тема 3. Бінарний пошук	6			2
Лекція 4. Алгоритми бінарного пошуку.		2		
Лабораторний практикум 3. Бінарний пошук			2	
Тема 4. Решето Ератосфена	4			
Лекція 5. Цілочисельні типи даних. Решето Ератосфена		2		
Лабораторний практикум 4. Реалізація алгоритму решета Ератосфена			2	
Тема 5. Операції за модулем	6			2
Лекція 6. Операції за модулем. Ділення за модулем		2		
Лабораторний практикум 5. Операції за модулем. Ділення за модулем			2	
Тема 6. Алгоритм Евкліда	6			2
Лекція 7. Алгоритм Евкліда		2		
Лабораторний практикум 6. Алгоритм Евкліда			2	
<b>Розділ 2. Динамічне програмування</b>	<b>50</b>			
Тема 1. Лінійне динамічне програмування	18			10
Лекція 8-9. Лінійне динамічне програмування.		4		
Лабораторний практикум 7. Лінійні алгоритми динамічного програмування			4	
Тема 2. Двовимірне динамічне програмування	18			10
Лекція 10-11. Двовимірне динамічне програмування		4		
Лабораторний практикум 8. Двовимірні алгоритми динамічного програмування			4	
Тема 3. Відновлення відповіді	4			
Лекція 12. Відновлення відповіді		2		
Лабораторний практикум 9-а. Відновлення відповіді			2	
Тема 4. Задача про заплічник (рюкзак)	10			6
Лекція 13. Задача про заплічник (рюкзак)		2		
Лабораторний практикум 9-б. Задача про			2	

заплічник (рюкзак)				
<b>Розділ 3. Теорія графів</b>	<b>36</b>			
Тема 1. Базові визначення теорії графів	10			4
Лекція 14. Базові визначення теорії графів.		2		
Лабораторний практикум 10. Основи теорії графів			4	
Тема 2. Обхід в глибину	13			5
Лекція 15-16. Обхід в глибину. DFS.		4		
Лабораторний практикум 11. Обхід в глибину.			4	
Тема 3. Обхід в ширину	13			5
Лекція 17-18. Обхід в ширину. BFS		4		
Лабораторний практикум 12. Обхід в ширину			4	
Всього годин	120	36	36	<b>48</b>

### 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Силабус навчальної дисципліни «Програмування ефективних алгоритмів» розроблено на основі гнучкого підходу до формування навчальних завдань та видів діяльності, які потрібні студентам для досягнення запланованих результатів навчання з подальшим проектуванням навчального досвіду таким чином, щоб максимально підвищити ефективність навчання студентів в подальшому.

Силабус побудований таким чином, що для виконання кожного наступного завдання студентам необхідно застосовувати навички та знання, отримані у попередньому. При цьому особлива увага приділяється принципу заохочення студентів до активного навчання, у відповідності до якого студенти мають виконувати практичні завдання, які дозволять в подальшому вирішувати реальні проблеми та завдання у професійному житті.

Під час навчання застосовуються:

- стратегії активного і колективного навчання;
- особистісно-орієнтовані розвиваючі технології, засновані на активних формах і методах навчання (командна робота (team-based learning), самостійної роботи та самостійного вивчення окремих тем, що використовуються для виконання нормативної частини дисципліни.

Самостійна робота включає в себе вивчення окремих питань та розв'язання задач на онлайн-платформах, підготовку доповідей та презентацій.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою <sup>1</sup>

Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою	Можливість отримання оцінки «автоматом»
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно	+
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре	+
$75 \leq RD \leq 84$	Добре	+
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно	+
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо	+
$RD < 60$	Незадовільно	-

Співбесіда

<sup>1</sup> Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговою системою оцінювання відповідно до рекомендацій Методичної ради КПІ ім. Ігоря Сікорського, ухвалених протоколом №7 від 29.03.2018 року.

На останньому за розкладом занятті викладач проводить семестрову атестацію у вигляді співбесіди зі студентами, які не змогли отримати за рейтингом позитивну оцінку, але були допущені до семестрової атестації.

Студенти, які набрали протягом семестру менше ніж 60 бали ( $RD < 60$ ), зобов'язані проходити співбесіду. У цьому разі рейтингова оцінка складається з результатів, отриманих протягом семестру, та результатів співбесіди.

Студенти, які протягом семестру отримали більш ніж 60 бали, можуть пройти співбесіду з метою підвищення оцінки. Якщо результати співбесіди є позитивними, студент отримує оцінку за результатами співбесіди. Якщо результати співбесіди є негативними або нижчими за бажаний рівень знань для оцінки, на яку студент претендує, студент отримує оцінку згідно зі своїм рейтингом.

Заохочувальні бали	
Критерій	Ваговий бал
Участь у олімпіадах за профілем спеціальності, виконання творчих завдань	1-5 балів
Проектна робота (можлива в групах)	до 30 балів
Презентації за окремими питаннями	1-5 балів
Додаткові лабораторні роботи (всього)	до 5 балів

**Відвідування занять.** Відвідування лекцій та лабораторних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для успішного виконання лабораторних робіт та здачі екзамену. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути його практичні уміння та навички.

#### **Календарний рубіжний контроль.**

Календарний контроль проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації. Бал, необхідний для отримання позитивного календарного контролю доноситься до студентів викладачем не пізніше ніж за 2 тижні до початку календарного контролю.

#### **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 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.

#### **Навчання іноземною мовою**

Враховуючи специфіку навчальної дисципліни, деякі поняття та навчальний матеріал можуть вивчатися на англійській мові (фрагментарно). Також у процесі викладання навчальної дисципліни можуть використовуватись відеоматеріали на англійській мові.

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

Вказуються всі види контролю та бали за кожен елемент контролю.

Поточний контроль: експрес-опитування, опитування за темою заняття, МКР, тест, контести на онлайн-платформах.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.

### **Семестровий контроль: залік.**

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що отримуються: за 13 основних лабораторних (комп'ютерних практикумів), виконання завдань на онлайн-платформах (контести), 2 тести та модульну контрольну роботу (поділяється на дві контрольні роботи).

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

1. Виконання та захист основного комп'ютерного практикуму – до 4 балів (максимум за виконання всіх завдань комп'ютерного практикуму – 52 бали):
  - повне виконання, повна відповідь при захисті – 4;
  - часткове виконання завдання, неповна відповідь при захисті – 2...3;
  - виконання і захист задачі, розібраної на лекції – 1
  - непрацююча програма (в тому числі неспроможність виконати додаткове завдання), роботу не зараховано 0.
2. Розв'язання задач на онлайн-платформах – до 18 балів, зокрема
  - підсумкове тестування за темами курсу – до 10 балів;
  - участь в контестах – до 8 балів;
  - непрацююча програма (в тому числі неспроможність виконати додаткове завдання), роботу не зараховано 0.
3. Тести – складаються з 5 питань – до 5 балів
  - 1 бал за кожне правильне питання
4. Модульний контроль:
  - повне виконання завдання 9...10;
  - неповне виконання завдання (є неприципові помилки, неточності) 6...8;
  - неповне виконання завдання (є принципові помилки) 3...5;
  - незадовільне виконання завдання 0...2.

Розрахунок шкали рейтингу ( $R = RC + R3 + RP$ ), де  $RC$  - сума балів, отриманих під час семестру;  $R3$  — заохочувальні бали за виконання творчих завдань, участь в олімпіадах;  $RP$  - штрафні бали за несвоєчасну здачу робіт, ):

$$RC = 13 \times 4 + 2 \times 10 + 2 \times 5 + 18 = 100.$$

Штрафні та заохочувальні бали:

- несвоєчасний захист комп'ютерного практикуму 1 - 13 -1...-3 бали;
- участь в олімпіадах з програмування, виконання творчих завдань, модернізація методичних матеріалів з дисципліни до 10 заохочувальних балів.

Для отримання студентом відповідної семестрової оцінки його рейтинг має бути:

Рейтингові бали	Оцінка ECTS	Визначення	Традиційна оцінка
95...100	A	Відмінно	Відмінно
85...94	B	Дуже добре	Добре
75...84	C	Добре	
65...74	D	Задовільно	Задовільно
60...64	E	Достатньо	
0...59	FX	Незадовільно	

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
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 з дисципліни (освітнього компонента)**

- Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль, міститься в додатку до силабусу).
- Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть зараховуватись за попереднім узгодженням з викладачем.

**Складено** д.т.н., проф., Куссуль Н.М.

**Ухвалено** кафедрою ММАД (протокол № 14 від 22.06.2022),

**Погоджено** Методичною комісією ННФТІ (протокол № 6 від 30.06.2022)