



# Комп'ютерна графіка та мультимедіа

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рівень вищої освіти                               | <i>Перший (бакалаврський)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Галузь знань                                      | <i>12 Інформаційні технології</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Спеціальність                                     | <i>121 Інженерія програмного забезпечення<br/>123 Комп'ютерна інженерія<br/>126 Інформаційні системи і технології</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Освітня програма                                  | <i>Інженерія програмного забезпечення інформаційних систем<br/>(Information Systems Software Engineering)<br/>Інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем<br/>(Computer Systems Software Engineering)<br/>Комп'ютерні системи та мережі (Computer Systems and Networks)<br/>Інтегровані інформаційні системи (Integrated Information Systems)<br/>Інформаційне забезпечення робототехнічних систем<br/>(Dataware of Robotic Systems)<br/>Інформаційні управляючі системи та технології<br/>(Information Management Systems and Technologies)</i> |
| Статус дисципліни                                 | <i>Вибіркова</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Форма навчання                                    | <i>Заочна</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Рік підготовки, семестр                           | <i>3 курс, весняний семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Обсяг дисципліни                                  | <i>4 кредита ЄКТС (120 годин)<br/>Денна форма навчання: лекції - 6 год, лаб. роб. - 6 год, сам. роб. - 108 год</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Семестровий контроль/<br>контрольні заходи        | <i>Семестровий контроль: залік<br/>Контрольні заходи: комп'ютерні практикуми, домашня контрольна робота</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Розклад занять                                    | <i><a href="https://schedule.kpi.ua/">https://schedule.kpi.ua/</a></i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Мова викладання                                   | <i>Українська</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Інформація про<br>керівника курсу /<br>викладачів | <i>Лекції та лабораторні роботи:<br/>доц. каф. інформатики та програмної інженерії Родіонов Павло Юрійович<br/><a href="mailto:pavlo.rodionov-fiot@iit.kpi.ua">pavlo.rodionov-fiot@iit.kpi.ua</a></i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Розміщення курсу                                  | <i>Google Classroom<br/>Код курсу: olugw4ja</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

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

**Метою** вивчення дисципліни є отримання здобувачами освіти теоретичних знань та практичних навичок щодо програмування комп'ютерної графіки, застосування інструментів моделювання та алгоритмів обробки зображень для вирішення задач, пов'язаних з обробленням графічної інформації, а також аналізу та використання релевантних технологій для створення та редагування об'єктів комп'ютерної графіки.

**Предметом навчальної дисципліни** є методи та програмні засоби, що використовуються для програмування дво- та тривимірної комп'ютерної графіки.

#### **Завданнями вивчення дисципліни є:**

- вивчити теоретичні засади та історичні аспекти розвитку комп'ютерної графіки;
- володіти математичними основами комп'ютерної графіки;
- практично застосовувати технології створення та редагування графічних об'єктів;
- обробляти об'єкти інтерактивної комп'ютерної графіки;
- володіти прийомами роботи з тривимірною графікою.

Після засвоєння дисципліни здобувачі освіти мають отримати загальні та фахові компетентності:

- здатність розвивати та застосовувати навички абстрактного мислення, аналізу, синтезу та критичного оцінювання інформації;
- здатність ефективно застосовувати набуті знання та теоретичні концепції для вирішення практичних завдань у робочому середовищі;
- здатність успішно використовувати фундаментальні та міждисциплінарні знання для розв'язання комплексних інженерних завдань у сфері програмного забезпечення;
- здатність накопичувати, обробляти та систематизувати професійні знання щодо створення і супроводження ПЗ з усвідомленням необхідності постійного навчання та самовдосконалення.

В результаті вивчення дисципліни повинні бути сформовані наступні результати навчання:

- застосування на практиці ефективних підходів щодо проектування та архітектури графічних додатків, візуалізаційних систем і конвеєрів рендерингу.

### **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни**

При вивченні дисципліни використовуються знання, отримані при попередньому вивченні: навички програмування на мові високого рівня; знання лінійної алгебри, геометрії та тригонометрії; розв'язування рівнянь, похідних, інтегралів; знання векторів, матриць; вміння розв'язувати системи рівнянь.

Знання, одержані студентами при вивченні дисципліни будуть використовуватися у подальшому навчанні та професійній діяльності:

- набуті знання стануть основою для вивчення методів реалістичного рендерингу, віртуальної та доповненої реальності та обробки великих обсягів графічних даних;
- здобуті навички дозволяють проектувати та розробляти ігрові рушії, створювати інтерактивні мультимедійні системи та спеціалізовані системи наукової візуалізації.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

|        |                                         |
|--------|-----------------------------------------|
| Тема 1 | Вступ та історія комп'ютерної графіки   |
| Тема 2 | Види комп'ютерної графіки               |
| Тема 3 | Пристрої введення-виведення для КГ      |
| Тема 4 | Програмне забезпечення та середовища КГ |
| Тема 5 | Колірні моделі та їх застосування       |

|         |                                      |
|---------|--------------------------------------|
| Тема 6  | Програмування 3D-графіки             |
| Тема 7  | Основи анімації та взаємодії         |
| Тема 8  | Подійно-орієнтоване програмування    |
| Тема 9  | Вектори та системи координат         |
| Тема 10 | Афінні геометричні перетворення      |
| Тема 11 | Складання та оптимізація перетворень |
| Тема 12 | Криві та поверхні Безьє і сплайни    |
| Тема 13 | Концепція перегляду та проекції      |
| Тема 14 | Локальні моделі освітлення           |
| Тема 15 | Полігональне та вершинне затінення   |
| Тема 16 | Текстурування об'єктів               |
| Тема 17 | Кадрові буфери та змішування         |
| Тема 18 | Вступ до трасування променів         |

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Базова література

1. Комп'ютерна графіка та мультимедіа. Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Інженерія програмного забезпечення інформаційних систем» спец. 121 Інженерія програмного забезпечення / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. П. Ю. Родіонов. – Електрон. текст. дані (1 файл: 1,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 105 с. – Назва з екрана.

2. Бородавка Є.В. Комп'ютерна графіка: навчальний посібник / Є.В. Бородавка, О.О. Терентьев. Київ: КНУБА, 2023. 132 с.

3. Дистанційний курс з дисципліни «Комп'ютерна графіка та мультимедіа» на платформі Google Classroom. Посилання: <https://classroom.google.com/c/ODQxMzkyOTI3NDc4?cjc=tkqtirxq>  
Код доступу: tkqtirxq

4. Marschner S. & Shirley P. (2022). *Fundamentals of computer graphics* (Fifth). CRC Press.

5. De Byl P. (2023). *Mathematics for game programming and computer graphics explore the essential mathematics for creating rendering and manipulating 3d virtual environments* (1st ed.). PACKT PUBLISHING LIMITED.

6. Angel E. & Shreiner D. (2020). *Interactive computer graphics : a top-down approach with WebGL* (8th ed.). Pearson.

##### Додаткова література

1. <https://webglfundamentals.org/>

2. Matsuda K. & Lea R. (2013). *Webgl programming guide : interactive 3d graphics programming with WebGL*. Addison-Wesley.

#### Навчальний контент

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

| № | Тема                                  | Поняття, що розглядаються                                                                         | Кількість годин |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | Вступ та історія комп'ютерної графіки | Визначення КГ, її зв'язок з мультимедіа. Історичний огляд розвитку КГ. Основні сфери застосування | 1               |

|                     |                                         |                                                                                                                                                          |           |
|---------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2                   | Види комп'ютерної графіки               | Детальне порівняння та принципи роботи основних видів графіки: растрова (пікселі) та векторна (математичні описи). Вступ до фрактальної графіки          | 1         |
| 3                   | Пристрої введення-виведення для КГ      | Призначення та ключові характеристики пристроїв введення та виведення                                                                                    | 1         |
| 4                   | Програмне забезпечення та середовища КГ | Огляд популярного прикладного ПЗ для 2D/3D графіки. Вступ до середовищ програмування КГ та використання JavaScript для WebGL                             | 1         |
| 5                   | Колірні моделі та їх застосування       | Фізика та психологія кольору. Вивчення адитивної моделі RGB, що є основою для екранів та WebGL. Огляд субтрактивної CMYK та перцептивних моделей HSB/HSV | 1         |
| 6                   | Програмування 3D-графіки                | Архітектура 2D та 3D додатків. Принципи роботи WebGL API. Поняття примітивів (точки, лінії, трикутники) та їхні атрибути                                 | 1         |
| <b>Всього годин</b> |                                         |                                                                                                                                                          | <b>36</b> |

### Тематика комп'ютерних практикумів

| №                   | Назва комп'ютерного практикуму               | Кількість годин |
|---------------------|----------------------------------------------|-----------------|
| 1                   | Основи створення найпростішої WebGL-програми | 1               |
| 2                   | Робота з обертанням та анімацією             | 1               |
| 3                   | Робота з проекціями                          | 1               |
| 4                   | Робота з трансформаціями                     | 1               |
| 5                   | Освітлення та затінення                      | 1               |
| 6                   | Робота з відображенням текстур               | 1               |
| <b>Всього годин</b> |                                              | <b>6</b>        |

### 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Теми (перелік питань), які виносяться на самостійне опрацювання наведені у таблиці.

| № | Назва теми самостійної роботи                                                                                                                                                                                                         | Кількість годин |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Вступ та історія комп'ютерної графіки.</b> Дослідження впливу появи 3D-прискорювачів (GPU) на еволюцію інтерактивної графіки та аналіз архітектурних відмінностей між графікою реального часу й офлайн-рендерингом                 | 4               |
| 2 | <b>Види комп'ютерної графіки.</b> Визначення алгоритмічних відмінностей та переваг векторного опису при масштабуванні порівняно з растровою дискретизацією, а також дослідження ролі фрактальної графіки у моделюванні природних явищ | 4               |
| 3 | <b>Пристрої введення-виведення для КГ.</b> Порівняння архітектури та конвеєрів обробки даних сучасних CPU та GPU у контексті паралельних графічних обчислень і аналіз принципів роботи пристроїв 3D-сканування                        | 4               |
| 4 | <b>Програмне забезпечення та середовища КГ.</b> Формулювання вимог до API для ефективного управління ресурсами GPU в середовищах програмування (на прикладі WebGL) та дослідження моделей розширення функціональності прикладного ПЗ  | 4               |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 5  | <b>Колірні моделі та їх застосування.</b> Аналіз необхідності та методів виконання корекції гамма-кривої для лінійного сприйняття кольору та практичне застосування колірних профілів для консистентності                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4 |
| 6  | <b>Програмування 3D-графіки.</b> Визначення ролі та архітектурних особливостей шейдерної програми у конвеєрі WebGL і аналіз механізмів прив'язки атрибутів та уніформів до графічного контексту                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4 |
| 7  | <b>Основи анімації та взаємодії.</b> Базові принципи створення анімації (ключові кадри, інтерполяція). Організація циклу рендерингу. Обробка базових пристроїв введення. Дослідження математичних методів інтерполяції (лінійна, кубічна) для плавного руху між ключовими кадрами та обґрунтування використання <code>requestAnimationFrame</code> для оптимізації циклу рендерингу                                                                                                                                            | 6 |
| 8  | <b>Подійно-орієнтоване програмування.</b> Основні математичні поняття: скаляри, точки та вектори. Визначення тривимірних примітивів. Вивчення локальних, світових та інших систем координат у 3D. Створення подійно-орієнтованих програм у браузері. Робота з об'єктом подій. Принципи дизайну та розробки інтерактивних графічних інтерфейсів. Розробка архітектури обробки складних жестів користувача (мультитач) у контексті 3D-сцен та формулювання принципів дизайну, що мінімізують затримку між введенням і відповіддю | 6 |
| 9  | <b>Вектори та системи координат.</b> Демонстрація використання скалярного та векторного добутків для обчислення кутів та орієнтації об'єктів і аналіз перетворення координат між локальною, світовою та екранною системами                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6 |
| 10 | <b>Афінні геометричні перетворення.</b> Вступ до матриць та їх використання у 3D-графіці. Вивчення афінних перетворень: переміщення (Translation), обертання (Rotation) та масштабування (Scaling). Визначення математичних умов, за яких афінне перетворення зберігає паралельність ліній, та обґрунтування використання однорідних координат (4x4 матриць) для уніфікації перетворень                                                                                                                                        | 6 |
| 11 | <b>Складання та оптимізація перетворень.</b> Вивчення послідовного застосування перетворень. Правила побудови матриці перетворення. Огляд методів плавного обертання. Аналіз операції конкатенації матриць та її впливу на трансформацію, а також дослідження архітектури кватерніонів для представлення обертань                                                                                                                                                                                                              | 8 |
| 12 | <b>Криві та поверхні Безьє і сплайни.</b> Математичний опис складних об'єктів. Вивчення Кривих Безьє та сплайнів. Принципи тесселяції поверхонь Безьє для відображення у WebGL. Обґрунтування необхідності тесселяції поверхонь високого порядку перед рендерингом у WebGL та порівняння властивостей кривих Безьє і B-сплайнів у 3D-модельованні                                                                                                                                                                              | 8 |
| 13 | <b>Концепція перегляду та проекції.</b> Концепція камери та перегляду (View). Різниця між паралельною та перспективною проекціями. Алгоритми видалення невидимих поверхонь (Z-буфер). Визначення геометричних властивостей перспективної проекції для моделювання сприйняття людиною та аналіз ефективності алгоритму Z-буфера у порівнянні з іншими методами видалення невидимих поверхонь                                                                                                                                    | 6 |
| 14 | <b>Локальні моделі освітлення.</b> Основні поняття фотометрії. Різні типи джерел освітлення (точкові, спрямовані, навколишнє). Вступ до локальних моделей освітлення (модель Фонга). Аналіз математичного моделювання спекулярного відображення у моделі Фонга та дослідження концепції фізично коректного рендерингу (PBR)                                                                                                                                                                                                    | 6 |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 15                  | <i><b>Полігональне та вершинне затінення.</b> Методи обчислення векторів (нормалі, освітлення, перегляду). Різні техніки затінення: полігональне, за методами Гуро та Фонга. Основи глобального освітлення. Порівняння обчислювальної складності та візуального результату затінення за Гуро і за Фонгом</i>                                                                                                   | 8          |
| 16                  | <i><b>Текстурування об'єктів.</b> Основні поняття текстурування. Методи відображення 2D-зображень на 3D-об'єктах (UV-координати). Вступ до 3D-текстур та мапування оточення. Дослідження проблеми міпмапінгу та необхідності використання анізотропної фільтрації, а також вивчення нормалей для імітації детальної геометрії</i>                                                                              | 8          |
| 17                  | <i><b>Кадрові буфери та змішування.</b> Призначення та робота буфера кольору, глибини та трафарету. Техніка змішування для прозорості. Багатопрохідний рендеринг та використання об'єктів буфера кадрів у WebGL. Визначення функціонального призначення трафаретного буфера (Stencil Buffer) та обґрунтування необхідності багатопрохідного рендерингу при реалізації складних ефектів</i>                     | 8          |
| 18                  | <i><b>Вступ до трасування променів.</b> Принцип роботи Ray Tracing як альтернативи растеризації. Обчислення перетину променів з геометричними об'єктами. Базові формули для реалістичного рендерингу. Порівняння фундаментальних відмінностей між конвеєром растеризації (WebGL) та конвеєром трасування променів і розробка алгоритму обчислення рекурсивних віддзеркалень у спрощеній моделі Ray Tracing</i> | 8          |
| <b>Всього годин</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>108</b> |

## Політика та контроль

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

Як викладач, так і студент зобов'язані дотримуватись Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- під час проведення лекцій з дисципліни використовуються презентаційні матеріали, до яких студенти мають онлайн доступ на платформі Google Classroom;
- на лекційних заняттях студентам доступні посилання на інформаційні джерела, а також ряд активностей, направлених на покращення ефективності засвоєння матеріалів;
- під час занять студенти можуть ставити викладачу питання стосовно організації навчального процесу та навчальних матеріалів, в інший час можна спілкуватися з викладачем за допомогою електронної пошти;
- практичні роботи захищаються студентами особисто під час занять, обов'язковою умовою для захисту є наявність завантаженого звіту про виконання практичної роботи;
- під час проведення модульної контрольної роботи обов'язковою умовою є присутність студента на занятті;
- дедлайни та штрафні бали за порушення дедлайнів відсутні;
- заохочувальні бали виставляються за активну наукову діяльність, що включає підготовку матеріалів та виступи на наукових конференціях;
- студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, аргументовано пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до отриманих зауважень;
- у випадку виявлення факту академічної недоброчесності робота не зараховується.

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

### Поточний контроль

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, отриманих за виконання обов'язкових робіт, що перелічені нижче, а також заохочувальних та штрафних балів:

1. Виконання завдань 6 комп'ютерних практикумів.
2. Виконання 2 модульних контрольних робіт.
3. Заохочувальні бали.

### Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Критерії оцінювання практичних робіт: “відмінно” – робота виконана та захищена без зауважень, 100% від вказаного максимального балу; “добре” – достатньо повне виконання роботи з деякими похибками, 80% від вказаного максимального балу; “задовільно” – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації), 60% від вказаного максимального балу; “незадовільно” – при виконанні або під час захисту роботи були виявлені суттєві помилки, за роботу бали не нараховуються.

Критерії оцінювання комп'ютерних практикумів та модульних контрольних робіт:

| % оцінки   | Критерії виконання                                                                                                                                                                                    |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90% – 100% | Завдання виконано повністю. Продемонстровано глибокий аналіз і використання додаткових знань. Висновки обґрунтовані та оригінальні. Оформлення відповідає вимогам.                                    |
| 75% – 89%  | Завдання виконано достатньо повно (присутні всі ключові елементи). Аналіз коректний, висновки правильні, але поверхневі або мають незначні прогалини в обґрунтуванні. Допущено 1-2 несуттєві помилки. |
| 60% – 74%  | Виконано лише ключові частини завдання (близько 70% обсягу). Робота містить суттєві недоліки в логіці або аналізі. Допущена одна суттєва помилка або 3-4 несуттєві помилки.                           |
| < 60%      | Завдання не виконано, або робота містить грубі помилки в основних концепціях курсу.                                                                                                                   |

### Комп'ютерні практикуми

Вагові бали за кожний комп'ютерний практикум наведено у таблиці. Сумарний ваговий бал за даний контрольний захід складає 70 балів. Критерії оцінювання включають перевірку на відповідність виконаних робіт вимогам до змісту та оформлення, а також відповіді на запитання під час захисту комп'ютерних практикумів.

| №            | Назва комп'ютерного практикуму          | Бали |
|--------------|-----------------------------------------|------|
| 1            | Створення найпростішої WebGL-програми   | 8    |
| 2            | Розробка анімованих графічних сцен      | 10   |
| 3            | Робота з проекціями та трансформаціями  | 10   |
| 4            | Освітлення та затінення                 | 14   |
| 5            | Робота з відображенням текстур          | 14   |
| 6            | Проекційні тіні та конвеєр візуалізації | 14   |
| Всього балів |                                         | 70   |

### **Домашня контрольна робота**

Домашня контрольна робота передбачає розв'язок задач на основі матеріалів, які розглядаються під час вивчення дисципліни. Максимальна оцінка за домашню контрольну роботу – 30 балів.

### **Заохочувальні бали**

За активну науково-пошукову діяльність, зокрема підготовку матеріалів та виступи на наукових та науково-практичних конференціях передбачено отримання до 5 балів.

### **Умови проміжних атестацій та заліку**

Максимальна сума балів визначається остаточно в кінці семестру з урахуванням контрольних робіт та заохочувальних балів. Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі ЄКТС, виконують залікову контрольну роботу. При цьому до існуючих балів додаються бали за контрольну роботу і ця рейтингова оцінка є остаточною. Завдання залікової контрольної роботи складаються з одного теоретичного питання та двох практичних завдань з різних розділів програми дисципліни. Максимальна оцінка за залікову контрольну роботу складає 20 балів.

### **Розрахунок підсумкових балів**

Сума набраних балів за семестр переводиться до оцінок за університетською шкалою згідно з наведеною таблицею.

| <i>Кількість балів</i> | <i>Оцінка</i> |
|------------------------|---------------|
| 100-95                 | Відмінно      |
| 94-85                  | Дуже добре    |
| 84-75                  | Добре         |
| 74-65                  | Задовільно    |
| 64-60                  | Достатньо     |
| <60                    | Незадовільно  |
| <20                    | Не допущено   |

### **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

Для викладання дисципліни використовується платформа Google Classroom. Лекційні матеріали, посилання на інформаційні джерела, а також методичні вказівки до виконання комп'ютерних практикумів та розміщено на зазначеній платформі. Студенти завантажують виконані контрольні та комп'ютерні практикуми у відповідну директорію на зазначеній платформі. Також даний ресурс дозволяє студентам переглядати отримані за виконані роботи бали та коментарі викладача по виконаній роботі.

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

Складено доц. каф. інформатики та програмної інженерії Родіонов Павло Юрійович

Ухвалено кафедрою ІІІ (протокол №2/1 від 10.10.2025)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №3 від 17.10.2025)