



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 123 Комп'ютерна інженерія 126 Інформаційні системи і технології</i>
Освітня програма	<i>Інженерія програмного забезпечення інформаційних систем (Information Systems Software Engineering) Інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем (Computer Systems Software Engineering) Комп'ютерні системи та мережі (Computer Systems and Networks) Інтегровані інформаційні системи (Integrated Information Systems) Інформаційне забезпечення робототехнічних систем (Dataware of Robotic Systems) Інформаційні управляючі системи та технології (Information Management Systems and Technologies)</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Денна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредита ЄКТС (120 годин) Денна форма навчання: лекції - 36 год, лаб. роб. - 18 год, сам. роб. - 66 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Семестровий контроль: залік Контрольні заходи: комп'ютерні практикуми, контрольні роботи</i>
Розклад занять	<i>https://schedule.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції та лабораторні роботи: доц. каф. інформатики та програмної інженерії Родіонов Павло Юрійович pavlo.rodionov-fiot@iit.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom 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	2

2	Види комп'ютерної графіки	Детальне порівняння та принципи роботи основних видів графіки: растрова (пікселі) та векторна (математичні описи). Вступ до фрактальної графіки	2
3	Пристрої введення-виведення для КГ	Призначення та ключові характеристики пристроїв введення та виведення	2
4	Програмне забезпечення та середовища КГ	Огляд популярного прикладного ПЗ для 2D/3D графіки. Вступ до середовищ програмування КГ та використання JavaScript для WebGL	2
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	2
6	Програмування 3D-графіки	Архітектура 2D та 3D додатків. Принципи роботи WebGL API. Поняття примітивів (точки, лінії, трикутники) та їхні атрибути	2
7	Основи анімації та взаємодії	Базові принципи створення анімації (ключові кадри, інтерполяція). Організація циклу рендерингу. Обробка базових пристроїв введення	2
8	Подійно-орієнтоване програмування	Створення подійно-орієнтованих програм у браузері. Робота з об'єктом подій. Принципи дизайну та розробки інтерактивних графічних інтерфейсів	2
9	Вектори та системи координат	Основні математичні поняття: скаляри, точки та вектори. Визначення тривимірних примітивів. Вивчення локальних, світових та інших систем координат у 3D	2
10	Афінні геометричні перетворення	Вступ до матриць та їх використання у 3D-графіці. Вивчення афінних перетворень: переміщення (Translation), обертання (Rotation) та масштабування (Scaling).	2
11	Складання та оптимізація перетворень	Вивчення послідовного застосування перетворень. Правила побудови матриці перетворення. Огляд методів плавного обертання	2
12	Криві та поверхні Безьє і сплайни	Математичний опис складних об'єктів. Вивчення Кривих Безьє та сплайнів. Принципи тесселяції поверхонь Безьє для відображення у WebGL	2
13	Концепція перегляду та проекції	Концепція камери та перегляду (View). Різниця між паралельною та перспективною проекціями. Алгоритми видалення невидимих поверхонь (Z-буфер)	2
14	Локальні моделі освітлення	Основні поняття фотометрії. Різні типи джерел освітлення (точкові, спрямовані, навколишнє). Вступ до локальних моделей освітлення (модель Фонга)	2

15	Полігональне та вершинне затінення	Методи обчислення векторів (нормалі, освітлення, перегляду). Різні техніки затінення: полігональне, за методами Гуро та Фонга. Основи глобального освітлення	2
16	Текстурування об'єктів	Основні поняття текстурування. Методи відображення 2D-зображень на 3D-об'єктах (UV-координати). Вступ до 3D-текстур та мапування оточення	2
17	Кадрові буфери та змішування	Призначення та робота буфера кольору, глибини та трафарету. Техніка змішування для прозорості. Багатопрохідний рендеринг та використання об'єктів буфера кадрів у WebGL	2
18	Вступ до трасування променів	Принцип роботи Ray Tracing як альтернативи растеризації. Обчислення перетину променів з геометричними об'єктами. Базові формули для реалістичного рендерингу	2
Всього годин			36

Тематика комп'ютерних практикумів

№	Назва комп'ютерного практикуму	Кількість годин
1	Основи створення найпростішої WebGL-програми	2
2	Робота з обертанням та анімацією	2
3	Робота з пристроями введення та організація взаємодії з користувачем	2
4	Робота з проекціями	2
5	Робота з трансформаціями	2
6	Освітлення та затінення	4
7	Робота з відображенням текстур	2
8	Проекційні тіні та конвеєр візуалізації	2
Всього годин		18

6. Самостійна робота студента/аспіранта

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

№	Назва теми самостійної роботи	Кількість годин
1	Вступ та історія комп'ютерної графіки. Дослідження впливу появи 3D-прискорювачів (GPU) на еволюцію інтерактивної графіки та аналіз архітектурних відмінностей між графікою реального часу й офлайн-рендерингом	2
2	Види комп'ютерної графіки. Визначення алгоритмічних відмінностей та переваг векторного опису при масштабуванні порівняно з растровою дискретизацією, а також дослідження ролі фрактальної графіки у моделюванні природних явищ	2
3	Пристрої введення-виведення для КГ. Порівняння архітектури та конвеєрів обробки даних сучасних CPU та GPU у контексті паралельних графічних обчислень і аналіз принципів роботи пристроїв 3D-сканування	2

4	Програмне забезпечення та середовища КГ. Формулювання вимог до API для ефективного управління ресурсами GPU в середовищах програмування (на прикладі WebGL) та дослідження моделей розширення функціональності прикладного ПЗ	2
5	Колірні моделі та їх застосування. Аналіз необхідності та методів виконання корекції гамма-кривої для лінійного сприйняття кольору та практичне застосування колірних профілів для консистентності	2
6	Програмування 3D-графіки. Визначення ролі та архітектурних особливостей шейдерної програми у конвеєрі WebGL і аналіз механізмів прив'язки атрибутів та уніформів до графічного контексту	2
7	Основи анімації та взаємодії. Дослідження математичних методів інтерполяції (лінійна, кубічна) для плавного руху між ключовими кадрами та обґрунтування використання requestAnimationFrame для оптимізації циклу рендерингу	4
8	Подійно-орієнтоване програмування. Розробка архітектури обробки складних жестів користувача (мультитач) у контексті 3D-сцен та формулювання принципів дизайну, що мінімізують затримку між введенням і відповіддю	4
9	Вектори та системи координат. Демонстрація використання скалярного та векторного добутків для обчислення кутів та орієнтації об'єктів і аналіз перетворення координат між локальною, світовою та екранною системами	4
10	Афінні геометричні перетворення. Визначення математичних умов, за яких афінне перетворення зберігає паралельність ліній, та обґрунтування використання однорідних координат (4x4 матриць) для уніфікації перетворень	4
11	Складання та оптимізація перетворень. Аналіз операції конкатенації матриць та її впливу на трансформацію, а також дослідження архітектури кватерніонів для представлення обертань	4
12	Криві та поверхні Безьє і сплайни. Обґрунтування необхідності тесселяції поверхонь високого порядку перед рендерингом у WebGL та порівняння властивостей кривих Безьє і B-сплайнів у 3D-моделюванні	4
13	Концепція перегляду та проекції. Визначення геометричних властивостей перспективної проекції для моделювання сприйняття людиною та аналіз ефективності алгоритму Z-буфера у порівнянні з іншими методами видалення невидимих поверхонь	4
14	Локальні моделі освітлення. Аналіз математичного моделювання спекулярного відображення у моделі Фонга та дослідження концепції фізично коректного рендерингу (PBR)	4
15	Полігональне та вершинне затінення. Порівняння обчислювальної складності та візуального результату затінення за Гуро і за Фонгом, а також обґрунтування критичної важливості векторів нормалей для коректного розрахунку освітлення	4
16	Текстурування об'єктів. Дослідження проблеми міпмапінгу та необхідності використання анізотропної фільтрації, а також вивчення нормалей для імітації детальної геометрії	6
17	Кадрові буфери та змішування. Визначення функціонального призначення трафаретного буфера (Stencil Buffer) та обґрунтування необхідності багатопрохідного рендерингу при реалізації складних ефектів	6

18	<i>Вступ до трасування променів. Порівняння фундаментальних відмінностей між конвеєром растеризації (WebGL) та конвеєром трасування променів і розробка алгоритму обчислення рекурсивних віддзеркалень у спрощеній моделі Ray Tracing</i>	6
Всього годин		66

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 8 комп'ютерних практикумів.
2. Виконання модульної контрольної роботи.
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 модульної контрольної роботи:

% 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 80 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	8
3	Робота з пристроями введення та організація взаємодії з користувачем	10
4	Робота з проекціями та трансформаціями	10
5	Освітлення та затінення	11
6	Робота з відображенням текстур	11
7	Проекційні тіні та конвеєр візуалізації	11
8	Рельєфне текстурування	11
Всього балів		80

Модульна контрольна робота

Протягом семестру передбачено проведення модульної контрольної роботи. Модульна робота передбачає розв'язок задач на основі матеріалів, які розглядаються під час вивчення дисципліни. Максимальна оцінка за модульну контрольну роботу – 20 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

На першій атестації студент отримує «зараховано», якщо він має 3 здані комп'ютерні практикуми та виконав 1 модульну контрольну роботу. На другій атестації студент отримує «зараховано», якщо він має 8 зданих комп'ютерних практикумів та виконав 2 контрольні роботи. 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)