



# КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА

## 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>2 курс, 4 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Загальна кількість: 120 годин / 4 кредити Лекційних занять: 36 годин Лабораторних занять: 18 годин Самостійна робота студентів: 66 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР, поточний контроль</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua">http://rozklad.kpi.ua</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції та лабораторні роботи: кандидат фізико-математичних наук, старший викладач кафедри інформаційної безпеки, Рибак Олександр Владиславович, E-mail: <a href="mailto:semperfi@ukr.net">semperfi@ukr.net</a></i>
Розміщення курсу	<i>Classroom</i>
Програма навчальної дисципліни	

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

Навчальна дисципліна «Комп'ютерна графіка» поєднує в собі програмування, теорію алгоритмів, алгебру та образотворче мистецтво. Її мета полягає у вивченні принципів роботи графічних пристроїв та алгоритмів створення цифрових малюнків. Знання згаданих методів дозволяє ефективніше розв'язувати задачі, пов'язані з розпізнаванням образів або графічним оформленням програмних продуктів.

На заняттях студенти опанують основи візуалізації двовимірних та тривимірних об'єктів, моделювання тіней, накладання текстур та інші методи обробки зображень. Вивчення матеріалу відбувається завдяки лекціям та виконанню відповідних лабораторних робіт.

**Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у студентів компетентностей згідно з таблицею відповідності в ОП.**

**Предмет** — комп'ютерна графіка.

**Загальні компетентності:**

ЗК5 — здатність проведення досліджень на відповідному рівні,

ЗК8 — знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**Фахові компетентності:**

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

**Програмні результати навчання:**

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

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

Курс базується на дисциплінах «Програмування» і «Алгебра і геометрія» та є необхідним для вивчення та роботи з методами розпізнавання образів та комп'ютерного бачення.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

1. Математична модель цифрового зображення.
  - 1.1. Кольорові складові пікселів.
  - 1.2. Характеристики кольору: яскравість, насиченість, положення у спектрі.
  - 1.3. Змішування кольорів.
2. Побудова геометричних фігур.
  - 2.1. Зображення прямих ліній.
  - 2.2. Зображення кіл, еліпсів та інших кривих ліній.
  - 2.3. Заповнення многокутників та визначення внутрішніх точок.
  - 2.4. Створення образів за допомогою об'єктів векторної графіки.
3. Графічні формати даних.
  - 3.1. Аналіз та перетворення файлів у форматі BMP.
  - 3.2. Знайомство з альтернативними форматами: додавання частот, набір зв'язних областей.
4. Елементи фрактальної графіки.
  - 4.1. Самоподібні фрактали: сніжинка Коха, килим Серпінського та його модифікації.
  - 4.2. Фрактали, основані на збіжності послідовностей: множини Мандельброта та Жюліа.
  - 4.3. Побудова фракталів методом послідовного ускладнення.
  - 4.4. Створення фракталів методом стискаючих ітерацій.
  - 4.5. Додавання кольорів у фрактальні конструкції.
5. Тривимірна графіка.
  - 5.1. Проективні перетворення простору.
  - 5.2. Простежування променів (рейтрейсінг).
  - 5.3. Маніпуляції з освітленням та відбиттям.
  - 5.4. Виділення та згладжування країв об'єктів (аліасінг та антиаліасінг).

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

*Основні:*

1. Маценко В. Г., *Комп'ютерна графіка*, 343 с., Чернівці: «Рута», 2009 рік. Підручник доступний за посиланням: <http://mmi.stu.cn.ua/wp-content/uploads/2016/09/MatsenkoKompGrafyka.pdf>
2. Тменова Н.П. *Комп'ютерна графіка : навчально-методичний посібник*. К.: ВПЦ «Київський університет», 2017. 111 с. Підручник доступний за посиланням: [http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2020/Tmenova\\_2017\\_111.pdf](http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2020/Tmenova_2017_111.pdf).
3. Різник О.Я., *Технічні, математичні та алгоритмічні основи комп'ютерної графіки*, 162 с., Національний університет «Львівська Політехніка», Львів, 2004 рік. Підручник доступний за посиланням: <http://yanchishen.nethouse.ru/static/doc/0000/0000/0236/236328.6vmianqpyf.pdf>
4. David J. Eck Hobart and William Smith Colleges. *Introduction to Computer Graphics*. V 1.3, 2021. 456 p. Підручник доступний за посиланням: <https://math.hws.edu/eck/cs424/downloads/graphicsbook-linked.pdf>, <https://math.hws.edu/graphicsbook/>

*Додаткові:*

1. Hartley R., Zisserman A., *Multiple view geometry in computer vision*, 673 p., Cambridge University Press, 2011. Доступно за посиланням: [http://www.r-5.org/files/books/computers/algo-list/image-processing/vision/Richard Hartley Andrew Zisserman-Multiple View Geometry in Computer Vision-EN.pdf](http://www.r-5.org/files/books/computers/algo-list/image-processing/vision/Richard%20Hartley%20Andrew%20Zisserman-Multiple%20View%20Geometry%20in%20Computer%20Vision-EN.pdf)

2. Humphreys G., Pharr M., Wenzel J., *Physically Based Rendering: From Theory To Implementation*. Доступно за посиланням: <http://www.pbr-book.org>
3. Peitgen H.-O., Richter P. H., *The Beauty of Fractals*, 199 p., Springer-Verlag, 1986.
4. <https://www.pdfdrive.com/computer-graphics-books.html>
5. <https://kvpubd.kiev.ua/wp-content/uploads/2020/10/inzhenerna-i-komp%E2%80%99yuterna-grafika-navchalnij-posibnik.pdf>

### Навчальний контент

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

Навчання здійснюється на основі взаємодії викладача та студентів для засвоєння студентами матеріалу та розвитку у них практичних навичок. Для лекційних занять використовуються пояснювально-ілюстративний метод та демонстрація роботи комп'ютерних програм. Для проведення лабораторних робіт частково використовується пошуковий та дослідницький метод навчання: викладач ставить перед студентами задачу, і ті вирішують її самостійно або за допомогою порад викладача, висуваючи ідеї, перевіряючи їх, підбираючи для цього необхідні джерела інформації, методи та підходи.

Дистанційна форма навчання: платформа для проведення онлайн-зустрічей Google Meet, електронна пошта, група у Telegram.

#### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1.	Тема 1.1. Кольорові складові пікселів. Основні питання: модель реалістичного кольору, поєднання червоної, зеленої та синьої складової.
2.	Тема 1.2. Характеристики кольору: яскравість, насиченість, положення у спектрі. Основні питання: кубічна модель розподілу кольорів, різні системи координат.
3.	Тема 1.3. Змішування кольорів. Основні питання: ефект нового кольору у періодичному візерунку, градієнт кольору, зважене середнє арифметичне для кольорових складових.
4.	Тема 2.1. Зображення прямих ліній. Основні питання: вимоги до зображення тонкої прямої лінії, алгоритм Брезенхема.
5.	Тема 2.2. Зображення кіл, еліпсів та інших кривих ліній. Основні питання: алгебраїчні рівняння кривих ліній, узагальнений алгоритм Брезенхема.
6.	Тема 2.3. Заповнення многокутників та визначення внутрішніх точок. Основні питання: алгоритми перевірки положення точки відносно многокутника, орієнтація многокутника, метод трапецій.
7.	Тема 2.4. Створення образів за допомогою об'єктів векторної графіки. Основні питання: переваги векторної графіки над растровою, імітація форм природи за допомогою геометричних фігур.
8.	Тема 3.1. Аналіз та перетворення файлів у форматі BMP. Основні питання: структура файла формату BMP, службова та графічна частина файла.
9.	Тема 3.2. Знайомство з альтернативними форматами: додавання частот, набір зв'язних областей. Основні питання: метод розкладання у частотний ряд, алгоритм пошуку зв'язної області одного кольору, формат JPG, формат GIF.
10.	Тема 4.1. Самоподібні фрактали: сніжинка Коха, килим Серпінського та його модифікації. Основні питання: самоподібність та фрактальна розмірність фігур, приклади фігур із дробовою фрактальною розмірністю.
11.	Тема 4.2. Фрактали, основані на збіжності послідовностей: множини Мандельброта та Жюліа.

	Основні питання: динамічні системи та рекурентні послідовності, арифметика комплексних чисел, збіжність на комплексній площині, дивні атрактори.
12.	Тема 4.3. Побудова фракталів методом послідовного ускладнення. Основні питання: послідовності геометричних фігур, динамічне програмування та рекурсія.
13.	Тема 4.4. Створення фракталів методом стискаючих ітерацій. Основні питання: відстань Хаусдорфа, застосування стискаючих відображень у графіці.
14.	Тема 4.5. Додавання кольорів у фрактальні конструкції. Основні питання: кольорова інтерпретація швидкості розбігання послідовності, застосування кольорової шкали в аналізі фракталів.
15.	Тема 5.1. Проективні перетворення простору. Основні питання: проективна геометрія, переноси та повороти у тривимірному просторі.
16.	Тема 5.2. Простежування променів (рейтрейсінг). Основні питання: побудова зображення тривимірних об'єктів за допомогою простежування променів, переваги та недоліки рейтрейсінга.
17.	Тема 5.3. Маніпуляції з освітленням та відбиттям. Основні питання: математична модель яскравості освітлення, тіні та блики.
18.	Тема 5.4. Виділення та згладжування країв об'єктів (аліасінг та антиаліасінг). Основні питання: сфери застосування чітких та розмитих країв фігур, застосування субпікселів для згладжування країв, оптимізація за допомогою адаптивного усереднення.

#### Лабораторні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1.	Лабораторна робота № 1: побудова зображення прямої лінії
2.	Лабораторна робота № 1: побудова зображення прямої лінії (продовження)
3.	Лабораторна робота № 1: побудова зображення прямої лінії (продовження)
4.	Лабораторна робота № 2: створення плавних переходів між кольорами
5.	Лабораторна робота № 2: створення плавних переходів між кольорами (продовження)
6.	Лабораторна робота № 2: створення плавних переходів між кольорами (продовження)
7.	Лабораторна робота № 3: застосування рейтрейсінгу у тривимірній графіці
8.	Лабораторна робота № 3: застосування рейтрейсінгу у тривимірній графіці (продовження)
9.	Лабораторна робота № 3: застосування рейтрейсінгу у тривимірній графіці (продовження)

#### 6. Самостійна робота студента

Студенти мають самостійно писати комп'ютерні програми, необхідні для виконання лабораторних робіт. Також потрібна підготовка до аудиторних занять, розв'язання задач відповідної тематики, знайомство з науковою та науково-популярною літературою, пов'язаною з тематикою предмету.

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	Підготовка до лабораторних робіт	36
2.	Підготовка до МКР	10
3.	Підготовка до лекцій	20
	<b>Загалом</b>	<b>66</b>

#### Політика та контроль

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

##### Відвідування занять

Відповідно до Наказу по КПІ 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті. Матеріал занять, які були з тих чи інших причин пропущені, необхідно опанувати самостійно. У будь-якому випадку студентам

рекомендується відвідувати усі види занять, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання домашніх завдань, контрольних та розрахункових робіт. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, що розвивають практичні уміння та навички.

#### **Правила захисту лабораторних робіт, індивідуальних завдань**

Виконані лабораторні роботи студенти мають продемонструвати на лабораторному занятті або надіслати викладачеві протокол виконання роботи. Протокол повинен містити отримані зображення, а також вихідний текст програми, яка використовувалася для створення малюнка. Програму бажано доповнити коментарями.

Викладач для вирішення питання відносно зарахування лабораторної роботи може спитати студента про обрані ним методи, призначення створених функцій та інші подібні аспекти.

#### **Правила призначення заохочувальних та штрафних балів**

За бажанням студента можливе виконання додаткового завдання для отримання заохочувальних 10 балів. Студент може обрати задачу сам або отримати її від викладача. Тематика завдання повинна мати відношення до створення або обробки графічних зображень. Перед виконанням завдання потрібно узгодити його тему з викладачем на предмет достатньої складності та відповідності тематиці курсу.

**\*\* Штрафні бали у військовий період в навчальному процесі не застосовуються!**

#### **Пропущені контрольні заходи**

Пропущену модульну контрольну роботу студент має написати під час найближчого наступного заняття, на яке студент зможе з'явитися. За умови пропуску всіх наступних занять можливе написання роботи за кілька днів перед заліковою роботою. У такому випадку час виконання роботи має бути окремо узгодженим із викладачем.

#### **Принципи академічної доброчесності**

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 викладачів 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)**

За кожну виконану лабораторну роботу студент отримує 12 балів. Для зарахування роботи потрібно виконати всі поставлені у ній завдання, а також за необхідності продемонструвати розуміння відповідних тематиці роботи теоретичних відомостей.

За написання модульної контрольної роботи студент може отримати до 24 балів. Робота складається з 8 питань, кожне з яких оцінюється від 0 до 3 балів у відповідності до повноти відповіді.

#### **Поточний контроль**

Поточний контроль проводиться шляхом виконання та захисту лабораторних робіт, а також завдяки написанню студентами модульної контрольної роботи.

#### **Календарний 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.

### **Бонусні бали**

Студент може узгодити з викладачем додаткове завдання, за яке може отримати до 10 балів. Завдання має відповідати тематиці курсу та виконуватися студентом самостійно.

У тому випадку, коли сумарна оцінка разом із бонусними балами перевищує 100, студент отримує за курс 100 балів.

### **Семестровий контроль: залік**

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

№ з/п	Контрольний захід	Макс бал	Кіл-ть	Всього
1.	Лабораторні роботи	12	3	36
2.	Модульна контрольна робота	24	1	24
3.	Залікова робота	40	1	40
Всього				100

Рейтингова оцінка роботи за семестр складається з результатів роботи в семестрі та написання залікової роботи.

На заліковій роботі здобувач одержує варіант з 2 питаннями, відповідь на кожне з яких може дати до 20 балів за такими критеріями:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 18–20 балів;
- достатньо повна відповідь (75–90% потрібної інформації) – 15–17 балів;
- неповна відповідь (60–75% потрібної інформації) – 10–14 балів;
- незадовільна відповідь (до 60% потрібної інформації) – до 10 балів.

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

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

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль.

1. Види комп'ютерної графіки та їхні відмінності.
2. Фізична та логічна реалізація пікселів.
3. Способи кодування кольору.
4. Наближене зображення геометричних ліній на екрані.
5. Результати математичних операцій над компонентами кольору.
6. Переваги та недоліки частотного представлення фрагментів зображення.
7. Фрактальна розмірність фігури.
8. Самоподібність та ітерації у графіці.
9. Динамічні моделі з дивними атракторами.
10. Основні принципи проективної геометрії.

11. Переваги та недоліки методу простежування променів.
12. Математичні моделі дзеркальних та матових поверхонь.
13. Імітація точкових джерел освітлення.
14. Методи згладжування та виділення країв об'єктів.

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

**Склав** старший викладач, кандидат фізико-математичних наук, Рибак Олександр Владиславович

**Ухвалено** кафедрою ІБ (протокол № 14 від 22.06.2022)

**Погоджено** Методичною комісією НН ФТІ (протокол № 6 від 30.06.2022)