

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ  
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ  
ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор Інженерного навчально-наукового  
інституту ім. Ю.М. Потебні ЗНУ

*[Handwritten signature]*  
(підпис)

Наталя Метеленко  
(ім'я, прізвище)

**КОМП'ЮТЕРНІ ГРАФІЧНІ СИСТЕМИ**

(назва навчальної дисципліни)

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

підготовки бакалавра  
(назва освітнього ступеня)

очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти  
спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення  
(шифр, назва спеціальності)

спеціалізації / предметної спеціальності \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

освітньо-професійна програма Програмне забезпечення систем  
(назва)

**Укладач / Укладачі:** Заяц В.І., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри  
електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення  
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено  
на засіданні кафедри електроніки,  
інформаційних систем та програмного  
забезпечення  
Протокол № 9 від "19" січня 2023 р.  
Завідувач кафедри

*[Handwritten signature]*  
(підпис)

Т.В. Критська  
(ініціали, прізвище)

Погоджено:  
Гарант ОП

*[Handwritten signature]*  
(підпис)

Н.П.Полякова  
(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою  
Інженерного навчально-наукового інституту  
ім.Ю.М. Потебні

Протокол № 6 від "16" серпня 2024 р.  
Голова науково-методичної ради

*[Handwritten signature]*  
(підпис)

Т.А. Шарапова  
(ініціали, прізвище)

Погоджено:  
Відповідальний за секцію «Технічні науки»

*[Handwritten signature]*  
(підпис)

А.І.Безверхий  
(ініціали, прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3	
<b>Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти</b>	<b>Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі</b>	<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
<b>Галузь знань 12 Інформаційні технології</b>	Кількість кредитів – 5	<b>Обов'язкова</b>	
		<b>Цикл дисциплін професійної підготовки спеціальності</b>	
<b>Спеціальність 121 Інженерія програмного забезпечення</b>	Загальна кількість годин – 150	<b>Семестр:</b>	
		4 -й	4 -й
<b>Освітньо-професійна програма Програмне забезпечення систем</b>	Змістових модулів – 8	<b>Лекції</b>	
		28 год.	4 год.
		<b>Лабораторні</b>	
		28	4 год.
<b>Рівень вищої освіти: бакалаврський</b>	Кількість поточних контрольних заходів – 15	<b>Самостійна робота</b>	
		94 год.	142 год.
		<b>Вид підсумкового семестрового контролю:</b>	
		екзамен	

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** викладання дисципліни «Комп'ютерні графічні системи» є: навчання студентів алгоритмів та методів, які можна було б використовувати при створенні нових реальних систем машинної графіки в поєднанні з застосуванням існуючих програмних засобів.

**Завданнями** навчальної дисципліни є:

- ознайомлення студентів з основними напрямками розвитку і результатами в області комп'ютерної графіки та геометричного моделювання;
- формування і зміцнення системи основних понять і етапів створення геометричних об'єктів, як основи для подальшого застосування при розв'язку практичних задач;
- оволодіння студентам знаннями теоретичних основ комп'ютерної графіки;
- розвинення у студентів просторового мислення і уяви, необхідні для побудови реалістичних зображень;
- надання знань щодо основних алгоритмів і методів, що використовуються у комп'ютерній графіці та створення програмних засобів для їх реалізації.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
<p><b>Загальні компетентності:</b></p> <p><b>ЗК01.</b> Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p><b>ЗК02.</b> Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p><b>ЗК05.</b> Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p><b>ЗК06.</b> Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p><b>ЗК08.</b> Здатність діяти на основі етичних міркувань.</p>	<p><b>Методи:</b></p> <p>Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми).</p> <p>Словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником).</p> <p>Практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання схем і алгоритмів).</p> <p>Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).</p> <p>Проблемно-пошукові методи (репродуктивні).</p> <p>Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).</p>
<p><b>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:</b></p> <p><b>ФК20.</b> Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.</p> <p><b>ФК21.</b> Здатність оцінювати і враховувати економічні, соціальні, технологічні та екологічні чинники, що</p>	<p><b>Методи:</b></p> <p>Дослідницький (самостійна робота, проекти).</p> <p>Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми).</p> <p>Проблемно-пошукові методи</p>

<p>впливають на сферу професійної діяльності.</p> <p><b>ФК22.</b> Здатність накопичувати, обробляти та систематизувати професійні знання щодо створення і супроводження програмного забезпечення та визнання важливості навчання протягом всього життя.</p> <p><b>ФК25.</b> Здатність обґрунтовано обирати та освоювати інструментарій з розробки та супроводження програмного забезпечення.</p> <p><b>ФК26.</b> Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.</p>	<p>(репродуктивні).</p> <p>Практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання схем і алгоритмів).</p> <p>Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).</p> <p>Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).</p>
<p><b>Програмні результати навчання:</b></p> <p><b>ПР01.</b> Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.</p> <p><b>ПР02.</b> Знати кодекс професійної етики, розуміти соціальну значимість та культурні аспекти інженерії програмного забезпечення і дотримуватись їх в професійній діяльності.</p> <p><b>ПР03.</b> Знати основні процеси, фази та ітерації життєвого циклу програмного забезпечення.</p> <p><b>ПР05.</b> Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.</p> <p><b>ПР06.</b> Уміння вибирати та використовувати відповідну задачі методологію створення програмного забезпечення.</p> <p><b>ПР07.</b> Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.</p> <p><b>ПР08.</b> Вміти розробляти людино-машинний інтерфейс.</p> <p><b>ПР09.</b> Знати та вміти використовувати методи та засоби збору, формулювання та аналізу вимог до програмного забезпечення.</p> <p><b>ПР13.</b> Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.</p> <p><b>ПР14.</b> Застосовувати на практиці інструментальні програмні засоби доменного аналізу, проектування, тестування, візуалізації, вимірювань та документування програмного забезпечення.</p> <p><b>ПР15.</b> Мотивовано обирати мови програмування та технології розробки для розв'язання завдань створення і супроводження програмного забезпечення.</p> <p><b>ПР16.</b> Мати навички командної розробки, погодження, оформлення і випуску всіх видів програмної документації.</p> <p><b>ПР18.</b> Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.</p>	<p><b>Методи контролю і самоконтролю:</b> (усний, письмовий, програмований, лабораторно-практичний).</p> <p><b>Контрольні заходи:</b> теоретичне тестування за змістовим модулем.</p>

**ПР19.** Знати та вміти застосовувати методи верифікації та валідації програмного забезпечення.

**ПР20.** Знати підходи щодо оцінки та забезпечення якості програмного забезпечення.

**ПР21.** Знати, аналізувати, вибирати, кваліфіковано застосовувати засоби забезпечення інформаційної безпеки (в тому числі кібербезпеки) і цілісності даних відповідно до розв'язуваних прикладних завдань та створюваних програмних систем.

**ПР24.** Вміти проводити розрахунок економічної ефективності програмних систем.

**Міждисциплінарні зв'язки.** В курсі «Комп'ютерні графічні системи» використовуються знання та навички, отримані при вивченні курсу «Алгоритми та структури даних». Набуті в межах даного курсу знання необхідні студентам при проходженні навчальної та виробничої практик, при написанні курсових робіт і кваліфікаційної роботи бакалавра, а також в подальшій розробницькій діяльності в сфері інженерії програмного забезпечення.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Змістовий модуль 1. Растрова графіка.**

Застосування і види комп'ютерної графіки. Основні поняття растрової та векторної графіки. Параметри растрових зображень. Роздільна здатність. Алгоритми Брезенхема растрової розгортки відрізків та ліній. Заповнення двовимірних областей. Тест належності точки багатокутнику. Алгоритми сканування і запалу.

#### **Змістовий модуль 2. Відсікання.**

Одновимірне відсікання. Чотирьохбітовий код видимості. Алгоритм Сазерленда-Коена. Розбиття багатокутників на опуклі складові. Алгоритм Кіруса-Бека відсікання відрізка опуклим вікном. Алгоритми відсікання багатокутника Сазерленда-Ходжмена та Вейлера-Азертонна

#### **Змістовий модуль 3 Видові і проєктивні перетворення координат.**

Афінні перетворення координат. Однорідні, світові та видові координати. Матриця видових перетворень. Проєктивні перетворення координат. Ортогональні та центральні проєкції. Ортографічна проєкція.

#### **Змістовий модуль 4 Методи вилучення невидимих поверхонь.**

Метод Робертса. Метод Z-буфера та його варіанти. Алгоритм Варнака. Метод оберненого трасування променів.

#### **Змістовий модуль 5. Побудова реалістичних зображень.**

Дифузійна модель освітлення Ламберта. Модель дзеркального відбиття Фонга. Метод випромінювань. Визначення векторів нормалей і відбиття.

Метод однотонного зафарбування. Методи зафарбування Гуро і Фонга. Побудова тіней. Прозорість. Ефект переломлення променів. Текстура.

### **Змістовий модуль 6. Фрактали. Системи представлення кольорів**

Геометричні та алгебраїчні фрактали. Стиснення зображень з використанням системи функцій, що ітеруються. Колір та світло. Світлота, насиченість, тон. Основні колірні моделі: RGB, CMY, CMYK, HSV. Колірний стандарт МКО.

### **Змістовий модуль 7. Методи покращення растрових зображень**

Згладжування драбинного дефекту. Визначення інтенсивності пікселя. Метод упорядкованого збудження. Фільтрація зображень.

### **Змістовий модуль 8. Методи обробки растрових зображень.**

Гradient растрових зображень. Фільтри Гауса і Лапласа. Виділення границь на зображеннях. Алгоритм Кенні.

## **4. Структура навчальної дисципліни**

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин		Лекційні заняття, год		Лабораторні заняття, год				Теор. зав-ня, к-ть балів	Практ. зав-ня, к-ть балів	Усього балів
		о/д ф.	з/дист. ф.	о/д ф.	з/дист. ф.	о/д ф.	з/дист. ф.	о/д ф.	з/дист. ф.			
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
1	15	8	1	4	0,5	4	0,25	7	14	2	6	8
2	15	8	1	4	0,5	4	0,25	7	14	2	6	8
3	15	8	1	4	0,5	4	0,25	7	14	2	6	8
4	15	8	1	4	0,5	4	0,25	7	14	2	6	8
5	15	8	1	4	0,5	4	0,25	7	14	2	6	8
6	15	8	1	4	0,5	4	0,25	7	14	2	6	8
7	15	4	1	2	0,5	2	0,25	11	14	4		6
8	15	4	1	2	0,5	2	0,25	11	14	3	5	6
Усього за змістові модулі	<b>120</b>	42	8	28	4	28	2	64	112	<b>19</b>	<b>41</b>	<b>60</b>
Підсумковий семестровий контроль <b>Екзамен</b>	<b>30</b>							30	30	<b>40</b>		<b>40</b>
Загалом		<b>150</b>								<b>100</b>		

### 5 Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д.ф	з/дист ф.
1	2	3	4
1	1.Растрова розгортка відрізків та ліній. 2.Заповнення двовимірних областей.	4	0,5
2	3.Одновимірне відсікання. 4.Відсікання багатокутників.	4	0,5
3	5.Видові перетворення координат. 6.Проективні перетворення координат.	4	0,5
4	7.Методи вилучення невидимих площин і поверхонь. Метод Робертса. Метод Z-буфера та його варіанти. 8.Методи вилучення невидимих площин і поверхонь. Алгоритм Варнака. Метод оберненого трасування променів.	4	0,5
5	9.Моделі освітлення. Методи зафарбування. 10.Побудова реалістичних зображень.	4	0,5
6	11.Фрактали. 12.Системи представлення кольорів.	4	0,5
7	13.Методи покращення растрових зображень.	2	0,5
8	14.Методи обробки растрових зображень.	2	0,5
<b>Разом:</b>		<b>28</b>	<b>4</b>

### 6 Теми лабораторних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Алгоритм Брезенхема розгортки в растр відрізка та кола.	4	0,25
2	Растрова розгортка двовимірних областей.	4	0,25
3	Розбиття довільного багатокутника на опуклі складові.	4	0,25
4	Відсікання відрізка довільним вікном.	4	0,25
5	Побудова зображення багатогранника в системі видових координат.	4	0,25
6	Вилучення невидимих площин і поверхонь	4	0,25
7	Освітлення і зафарбування.	2	0,25
8	Освітлення і зафарбування.	2	0,25
<b>Разом:</b>		<b>28</b>	<b>2</b>

## 7. Види і зміст поточних контрольних заходів

№ змістового модуля	Види поточних контрольних заходів	Зміст поточного контрольного заходу	*Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	Тест 1	Питання для підготовки. Параметри растрових зображень. Алгоритми Брезенхема для відрізків та кола . Тест належності точки багатокутнику. Алгоритми сканування і запалу	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється в 0,4 бал.	<b>2</b>
	Лабораторна робота 1	Вимоги до виконання та оформлення: – для відрізка, який визначений парою кінцевих точок, довільно розташованих на площині, реалізувати алгоритм Брезенхема побудови відрізка з довільним кутовим коефіцієнтом.	Лабораторна робота оцінюється виходячи з максимально можливої кількості балів за цю роботу з урахуванням якості виконання, повноти реалізації функціональної частини, відповідей на запитання при захисті роботи та терміну здачі завершеної роботи.	<b>6</b>
<b>Усього за ЗМ 1</b>	<b>2</b>			<b>8</b>
2	Тест 2	Питання для підготовки. Код видимості відрізка. Розбиття багатокутників на опуклі складові. Алгоритми відсікання Сазерленда-Коена ,Кіруса-Бека, Сазерленда-Ходжмена.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється в 0,4 бал.	<b>2</b>
	Лабораторна робота 2	Вимоги до виконання та оформлення: провести зафарбування внутрішньої області довільного багатокутника , що заданий списком вершин, за допомогою алгоритмів сканування по ребрам або зі списком активних ребер.	Лабораторна робота оцінюється виходячи з максимально можливої кількості балів за цю роботу з урахуванням якості виконання, повноти реалізації функціональної частини, відповідей на запитання при захисті роботи та терміну здачі завершеної роботи.	<b>6</b>
<b>Усього за ЗМ 2</b>	<b>2</b>			<b>8</b>



3	Тест 3	Питання для підготовки. Однорідні, світові та видові координати. Матриця видових перетворень. Проективні перетворення координат. Види проєкцій.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється в 0,4 бал.	2
	Лабораторна робота 3	Вимоги до виконання та оформлення: для кожної сторони довільного багатокутника провести локальну перевірку на опуклість; у випадку порушення умови опуклості провести розбиття багатокутника робочою стороною, застосувати алгоритм рекурсивно до кожної з утворених фігур..	Лабораторна робота оцінюється виходячи з максимально можливої кількості балів за цю роботу з урахуванням якості виконання, повноти реалізації функціональної частини, відповідей на запитання при захисті роботи та терміну здачі завершеної роботи.	6
<b>Усього за ЗМ 3</b>	<b>2</b>			<b>8</b>
4	Тест 4	Питання для підготовки.: Метод Робертса. Метод Z-буфера та його варіанти. Алгоритм Варнака. Метод оберненого трасування променів.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється в 0,4 бал..	2
	Лабораторна робота 4	Вимоги до виконання та оформлення:представити довільне вікно у вигляді об'єднання опуклих складових і для кожної з них застосувати алгоритм відтинання Кіруса-Бека..	Лабораторна робота оцінюється виходячи з максимально можливої кількості балів за цю роботу з урахуванням якості виконання, повноти реалізації функціональної частини, відповідей на запитання при захисті роботи та терміну здачі завершеної роботи.	6
<b>Усього за ЗМ 4</b>	<b>2</b>			<b>8</b>
5	Тест 5	Питання для підготовки. Моделі освітлення Ламберта і Фонга. Метод Методи зафарбування Гуро і Фонга. Тіні. Прозорість. Переломлення променів. Текстура	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється в 0,4 бал.	2

	Лабораторна робота 5	Вимоги до виконання та оформлення: За допомогою матриці видових перетворень перевести координати вершин у систему координат, зв'язану з точкою спостереження. За допомогою проєктивних перетворень перейти від видових координат до системи координат екранної площини.	Лабораторна робота оцінюється виходячи з максимально можливої кількості балів за цю роботу з урахуванням якості виконання, повноти реалізації функціональної частини, відповідей на запитання при захисті роботи та терміну здачі завершеної роботи.	<b>6</b>
<b>Усього за ЗМ 5</b>	<b>2</b>			<b>8</b>
6	Тест 6	Питання для підготовки. Геометричні та алгебраїчні фрактали. Системи ітерованих функцій для побудови фракталів. Колір та світло. Світлота, насиченість, тон. Основні колірні моделі: RGB, CMY, CMYK, HSV. Колірний стандарт МКО.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється в 0,4 бал.	<b>2</b>
	Лабораторна робота 6	Вимоги до виконання та оформлення: Для сцени, що складається з двох опуклих багатогранників, які перетинаються вилучити невидимі площини методом Z – буфера.	Лабораторна робота оцінюється виходячи з максимально можливої кількості балів за цю роботу з урахуванням якості виконання, повноти реалізації функціональної частини, відповідей на запитання при захисті роботи та терміну здачі завершеної роботи.	<b>6</b>
<b>Усього за ЗМ 6</b>	<b>2</b>			<b>8</b>
7	Тест 7	Питання для підготовки. Згладжування драбинного дефекту. Визначення інтенсивності пікселя. Метод упорядкованого збудження.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється в 0,8 бал.	<b>4</b>
<b>Усього за ЗМ 7</b>	<b>1</b>			<b>4</b>
8	Тест 8	Питання для підготовки: Фільтрація зображень. Виділення границь на зображеннях.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється в 0,6 бал..	<b>3</b>

	Лабораторна робота 7	Вимоги до виконання та оформлення: використовуючи результати лаб. роботи 6, для видимих площин сцени обчислити інтенсивність відповідно з моделями дифузійного і. дзеркального освітлення; провести зафарбування тіл сцени методом Гуро.	Лабораторна робота оцінюється виходячи з максимально можливої кількості балів за цю роботу з урахуванням якості виконання, повноти реалізації функціональної частини, відповідей на запитання при захисті роботи та терміну здачі завершеної роботи.	<b>5</b>
<b>Усього за ЗМ 8</b>	<b>1</b>			<b>8</b>
<b>Усього за змістові модулі</b>	<b>15</b>			<b>60</b>

\*(критерії оцінювання за електронним посиланням)

## 8. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Екзамен</b>	<b>Тестування</b>	Питання для підготовки: див. питання до ЗМ 1–8 у таблиці 7. Тестування передбачає обмежену у часі (30 хвилин) відповідь на теоретичні питання. У разі дистанційної форми навчання екзамен проходить у тестовій формі через платформу Moodle.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань –30. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	<b>30</b>
	<b>Практичне завдання</b>	Індивідуальне практичне завдання полягає у написанні коду функції, що реалізує поставлену задачу	Оцінюється правильність виконання завдання та його ефективність	<b>10</b>
<b>Усього за підсумковий семестровий контроль</b>	<b>2</b>			<b>40</b>

## 9. Рекомендована література

### Основна:

1. Василюк А.С., Мельникова Н.І. Комп'ютерна графіка : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. 308 с.
2. Веселовська Г.В., Ходаков В.Є., Веселовський В.М. Комп'ютерна графіка : навч. посібник. Херсон : Олді-Плюс, 2017. 581 с.
3. Скиба О.П. Комп'ютерна графіка. Конспект лекцій. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 88 с.
4. Маценко В.Г. Комп'ютерна графіка. : навч. посібник. Чернівці : Рута, 2016. 343 с..
5. Пічугін М.Ф., Канкін І.О., Воротніков В.В. Комп'ютерна графіка : навч. посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2019. 346 с.

### Додаткова:

1. Анісімов В.А. Основні алгоритми обчислювальної геометрії: : навч. посібник. Київ : Київський університет, 2002. 82 с.
2. Вовк С.М., Гнатушенко В.В., Бондаренко М.В. Методи обробки зображень та комп'ютерний зір : навч. посібник. Д. : ЛІРА, 2016. 148 с.
3. Кобилін О.А., Творошенко І.С. Методи цифрової обробки зображень : навч. посібник. Харків : ХНУРЕ, 2021. 124 с.
4. Ammeraal L. Programming principles in computerggraphics. John Wiley & son ltd, 1992. 248 p.
5. de Berg M., Cheong O., Marc van Kreveld M., Overmars M. Computational Geometry: Algorithms and Applications. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2008. 386 p.
6. Hughes J., van Dam A., McGuire M. Computer Graphics: Principles and Practice. Addison-Wesley Professional. 2013. 1264 p.
7. Newman W., Sproull R. Principles of Interactive Computer Graphics. McGraw Hill Education, 2001. 557 p.
8. Rogers D. Procedural elements for computer graphics. McGraw-Hill, 1997. 727 p.

### Інформаційні ресурси:

1. Алгоритмічні основи комп'ютерної графіки .URL:<https://stud.com.ua> /(дата звернення: 20.08.2022)
2. Основи комп'ютерної графіки. URL: <http://www.svpu-> <http://www.svpu-profi.lg.ua/> (дата звернення: 20.08.2022)