МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету комп'ютерних інформаційних технологій
_____ Ігор ЯКИМЕНКО
«___» _____ 2024р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної роботи
_____ Віктор ОСТРОВЕРХОВ
«___» _____ 2024р

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Директор навчально-наукового інституту новітніх освітніх технологій
_____ Святослав ПИТЕЛЬ
«___» _____ 2024р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни

«ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»

Ступінь вищої освіти – **бакалавр**

Галузь знань – **17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації**

Спеціальність – **175 Інформаційно-вимірювальні технології**

Освітньо-професійна програма **Технології інтернету речей**

Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабор. (год.)	ІРС (год.)	Тренінг (год)	СРС (год.)	Разом (год.)	Залік (сем)
Денна	1	1	46	30	5	10	59	150	1
Заочна	1	1	8	4			138	150	2

Тернопіль
2024

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації спеціальності – 175 Інформаційно-вимірювальні технології, затвердженої Вченою радою ЗУНУ

протокол № 11 від 26.06.2024р.

Робочу програму склав доцент кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем, к.т.н. доцент Гуменний Петро Володимирович

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем

протокол № 1 від 27.08.2024р.

Завідувач кафедри СКС _____ Андрій СЕГІН

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності інформаційно-вимірювальні технології

протокол № 1 від 30.08.2024р.

Голова групи
забезпечення спеціальності _____ к.т.н., доцент Богдан МАСЛИЯК

Гарант ОП _____ к.т.н., доцент Богдан МАСЛИЯК

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Опис дисципліни „Інженерна та комп'ютерна графіка"

Дисципліна – Інженерна та комп'ютерна графіка	**Галузь знань, спеціальність, СВО**	**Характеристика навчальної дисципліни**
Кількість кредитів – 5	Галузь знань – 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації	Статус дисципліни – обов'язкова Мова навчання - українська
Кількість залікових модулів – 4	Спеціальність - 175 Інформаційно-вимірювальні технології Освітньо-професійна программа: Технології інтернету речей	Рік підготовки – 1 Семестр: ДНФ - 150 ЗНФ - 150
Кількість змістових модулів –3	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції – ДНФ – 46 год, ЗНФ – 8 год. Лаб. роб. – ДНФ – 30год, ЗНФ – 4 год.
Загальна кількість годин – 150		СРС – ДНФ – 59 год, ЗНФ – 138 год. Індивідуальна робота -5 год.
Тижневих годин:10 год., з них аудиторних –5 год.		Вид підсумкового контролю – залік

2. Мета й завдання вивчення дисципліни „Інженерна та комп'ютерна графіка"

2.1. Мета завдання дисципліни

Метою навчальної дисципліни "Інженерна та комп'ютерна графіка" є набуття знань по виконанню, складанню та читанню графічної документації за допомогою ГОСТів (ЕСКД) та законів проекціювання; підготовка фахівця, який володітиме знаннями, пов'язаними з вирішенням технічних питань, пов'язаних з кресленням, в тому числі і комп'ютерним.

2.2 Завдання вивчення дисципліни полягає у

- вивченні видів комп'ютерної графіки та графічні файлові формати;
- вивченні програмного забезпечення інженерної та комп'ютерної графіки ;
- вивченні методів проекціювання зображень;
- вивченні практичних підходів до моделювання графічних систем (технології моделювання);
- ознайомлення з основними мовами графічного моделювання;
- оволодіння методами розробки 3D зображень.

2.3.Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни

К16. Здатність використовувати сучасні інженерні та математичні пакети для створення моделей приладів і систем вимірювань.

2.4 Передумови для вивчення дисципліни.

Теоретичною базою вивчення дисципліни "Інженерна та комп'ютерна графіка" є попередні навчальні дисципліни: "Лінійна алгебра та аналітична геометрія", "Вища математика", "Програмування" та ін.

2.5. Результати навчання

ПР01. Вміти знаходити обґрунтовані рішення при складанні структурної, функціональної та принципової схем засобів інформаційно-вимірювальної техніки.

ПР18. Вільно володіти термінологічною базою спеціальності, розуміти науково-технічну документацію державної метрологічної системи України, міжнародні та міждержавні рекомендації та настанови за спеціальністю.

3. Програма навчальної дисципліни „ Інженерна та комп'ютерна графіка **"**

Змістовний модуль 1. Поняття та основні елементи інженерної та комп'ютерної графіки та принципи їх роботи.

Тема 1. Основні поняття і визначення курсу «Інженерна та комп'ютерна графіка». Знайомство з державними стандартами Єдиної системи конструкторської документації (ГОСТи, ЕСКД) в тому числі «Шрифти креслярського», поняття про методи проеціювання, способи перетворення проекцій».

Література: 1, 2

Тема 2. Види комп'ютерної графіки та графічні файлові формати. Векторна графіка. Растрова графіка. Фрактальна графіка. Графічні файлові формати.

Література: 2, 3

Теама 3. Растрова графіка. Растрова графіка і піксел. Формати растрової графіки. Переваги і недоліки растрової графіки.

Література: 2, 4

Тема 4. Векторна графіка. Поняття вектор. Застосування векторної графіки. Переваги векторної графіки. Графічні програми для роботи з векторною графікою.

Література: 2, 3

Тема 5. Фрактальна графіка. Поняття фрактала. Алгоритми фрактальної графіки. Двовимірна та трьохвимірна графіка.

Література: 2, 4

Тема 6. Стандарти, формати, масштаби. Стандарти. Розмітка основного напису. Маштаби. Шрифти креслярські. Симетрія.

Література: 5, 6

Тема 7. Програмне забезпечення інженерної та комп'ютерної графіки. Основні поняття. Графічні редактори. Мови програмування графіки. Графічні засоби відеосистем.

Література: 7, 8

Тема 8. Проекціювання зображень. Аксонометричне проекціювання. Проекція. Нарисна геометрія. Метод Монжа. Комплексний рисунок Монжа. Аксонометрія. Поняття про Епюр Монжа, двох і трьохкартинні комплекси і рисунки та їх властивості. Аксонометричний метод побудови проекцій. Класифікація аксонометричних проекцій.

Література: 9, 10

Змістовний модуль 2. Особливості проектування інженерних схем спеціалізованими графічними редакторами.

Тема 9. Види конструкторської документації та правила їх оформлення. Позначення виносних елементів на кресленні. Формати правила оформлення на кресленнях. Кутовий напис.

Література: 11, 12

Тема 10. Колірні моделі: RGB,HSV, CMY. Природа світла і кольору. Колірні модної RGB і CMY. Колірні моделі HSV і HLS. Простір CIE Luv.

Література: 13, 14.

Тема 11. Комплексний рисунок точки, прямої, поверхонь. Поняття про Епюр Монжа, двох і трьохкартинні комплекси і рисунки та їх властивості. Аксонометричний метод побудови проекцій. Класифікація аксонометричних проекцій.

Література: 15, 16

Тема 12. Сучасні технічне забезпечення комп'ютерної графіки. Основні поняття. Пристрої введення. Дисплеї. Сканери. Архітектура графічної системи персональних комп'ютерів**.**

Література: 12, 13

Тема 13. Дослідження графічних програмних утиліт. Структурні та класіфікаційні схеми у програмі «Компас». Основні функції характеристики і способи проектування інженерних схем. Вимоги до виконання графіків, діаграм, схем згідно нормам ЕСКД в програмі КОМПАС.

Тема 14. Відеоадаптер. Програмування відеоадаптера.

Основні поняття. Режими відеоадаптерів. Програмування відеоадаптерів . Програмування відеоадаптерів у режимах ОЕН. 10Н, 12Н.

Література: 14, 16

Тема 15. Програмування графіки в OpenGL. Вершини і примітиви. Перетворення координат і проекцій. Функції визначення видимих поверхонь. Область виведення.

Література: 3, 10

4. Структура залікового кредиту дисципліни „ Інженерна та комп'ютерна графіка "

Денна форма

	Кількість годин					
	Лекції	Прак. заняття	СРС	ІРС	Тренінг,	Контрольні заходи
Змістовний модуль 1. Поняття та основні елементи інженерної та комп'ютерної графіки						
Тема1. Основні поняття і визначення курсу «Інженерна та комп'ютерна графіка».	3	2	4	3	2	Поточне опитування
Тема2. Види комп'ютерної графіки та графічні файлові формати.	3	2	4			
Тема3. Растрова графіка	3	2	4			
Тема4. Векторна графіка.	4	2	4		2	
Тема 5. Фрактальна графіка.	3	2	4			
Тема 6. Стандарти, формати, масштаби	3	2	4			
Тема7. Програмне забезпечення інженерної та комп'ютерної графіки.	3	2	4		2	
Тема8. Проекціювання зображень. Аксонометричне проекціювання	3	2	5			
Змістовний модуль 2. Проекціювання та виконання технічних креслень.						
Тема 9. Види конструкторської документації та правила їх оформлення	3	2	4	2	2	Поточне опитування
Тема 10. Колірні моделі: RGB, HSV, CMY..	3	2	4			
Тема11. Комплексний рисунок точки, прямої, поверхонь.	3	2	4			
Тема 12. Сучасні апаратні засоби растрової графіки.	3	2	4		2	
Тема 13. Дослідження графічних програмних утиліт.	3	2	4			
Тема 14. Відеоадаптер. Програмування відеоадаптера.	3	2	4			
Тема 15. Програмування графіки в OpenGL.	3	3	4			
Разом	**46**	**30**	**59**	**5**	**10**	**Залік**

Заочна

	Кількість годин		
	Лекції	Лабор. заняття	СРС
Тема1. Основні поняття і визначення курсу «Інженерна та комп'ютерна графіка».	2	2	10
Тема2. Види комп'ютерної графіки та графічні файлові формати.			10

Тема3. Растрова графіка			10
Тема4. Векторна графіка.	2		10
Тема 5. Фрактальна графіка.			10
Тема 6. Стандарти, формати, масштаби			10
Тема7. Програмне забезпечення інженерної та комп'ютерної графіки.			10
Тема8. Проекціювання зображень. Аксонометричне проекціювання			10
Тема 9. Види конструкторської документації та правила їх оформлення	2	2	10
Тема 10. Колірні моделі: RGB, HSV, CMY..			10
Тема11. Комплексний рисунок точки, прямої, поверхонь.			10
Тема 12. Сучасні апаратні засоби растрової графіки.	2		10
Тема 13. Дослідження графічних програмних утиліт.			6
Тема 14. Відеоадаптер. Програмування відеоадаптера.			6
Тема 15. Програмування графіки в OpenGL.			6
Разом	**8**	**4**	**138**

5. Тематика лабораторних занять.

Лабораторне заняття № 1.

Тема: Створення простих геометричних об'єктів. Використання графічних і символьних шрифтів в середовищі Corel Draw

Мета: Навчитись створювати прості геометричні фігури та користуватись шрифтами в середовищі Corel Draw.

Питання для обговорення:

Призначення панелі інструментів. Використання кнопок при побудові стандартних фігур. Тип ліній. Правила використання шрифтів. Види шрифтів.

Література: 17, 18, 19

Лабораторне заняття № 2.

Тема: Редактор растрових зображень PhotoShop. Редагування фотографій

Мета: Навчитись користуватись редактором растрових зображень PhotoShop.

Питання для обговорення:

Призначення панелі інструментів. Правила використання шрифтів. Види шрифтів. Фільтри. Призначення фільтрів.

Література: 20, 21, 22

Лабораторне заняття № 3.

Тема: Створення мультимедійних презентацій.

Мета: Отримати навики створення мультимедійних презентацій з використанням програмного додатку MS PowerPoint.

Питання для обговорення:

Види та призначення презентаційних матеріалів. Режими перегляду презентації у Microsoft Power Point. Елементи вікна Microsoft Power Point. Способи та особливості створення презентацій у Microsoft Power Point. Типи та можливості редагування об'єктів при створенні слайдів

Література: 26, 27, 28

Лабораторне заняття №4.

Тема: Побудова електричних схем та схем алгоритмів в редакторі Visio .

Мета: "Навчитись користуватись редактором Visio для створення схем алгоритмів та електричних схем.

Питання для обговорення:

Переваги та недоліки даного програмного продукту MS Visio. Основні типи діаграм. Основні пункти меню.

Література: 13, 25

Лабораторне заняття № 5.

Тема: Основи роботи з графічним редактором КОМПАС 3D.
Мета: Вивчення програмного інтерфейсу, надбудов графічного редактора, команд креслення графічних примітивів та геометричних зображень на кресленниках.
Питання для обговорення:
Склад математичного забезпечення. Поняття ніверсальності математичної моделі. Адекватність математичної моделі. методи пошуку технічних рішень. Методи оптимізації у проектуванні.
Література: 29, 30, 31

6. Самостійна робота

Самостійна робота студентів є однією з обов'язкових складових частин модулю залікового кредиту з курсу «Інженерна та комп'ютерна графіка». Виконується у вигляді теоретичних доповідей з кожним студентом самостійно на основі сформованого завдання,що охоплює основні теми курсу. Пропонована тематика завдань:

1. **Основи векторної графіки**: Створення і редагування векторних зображень у графічному редакторі.
2. **Аналіз і реалізація алгоритмів растрової графіки**: Принципи та алгоритми растрової графіки, такі як алгоритм Брезенхема для малювання ліній.
3. **Процеси рендерингу в 3D-графіці**: Основи рендерингу, освітлення і текстурування 3D-об'єктів.
4. **Інтерфейси програмування графічних додатків (API)**: Знайомство з OpenGL та DirectX.
5. **Моделювання об'єктів в 3D середовищі**: Створення і модифікація 3D-моделей у середовищі Blender або аналогічному.
6. **Анімація об'єктів у 3D-просторі**: Основи анімації в 3D, скелетна анімація, та ріггінг.
7. **Віртуальна реальність (VR) та доповнена реальність (AR)**: Основи розробки додатків для VR та AR.
8. **Фотореалістичне рендеринг**: Методи досягнення фотореалістичних зображень за допомогою рендеринга.
9. **Впровадження фізичних явищ у графіку**: Моделювання фізичних властивостей, таких як гравітація та тертя, у 3D-графіці.
10. **Обробка зображень**: Техніки фільтрації, корекції кольору, та стискання зображень.
11. **Параметричне моделювання**: Використання параметричних підходів для створення складних геометричних форм.
12. **Створення текстур і матеріалів**: Методики створення текстур для 3D-об'єктів та їх застосування.
13. **Моделювання природних явищ**: Створення моделей для візуалізації природних явищ, таких як вода, дим, чи вогонь.
14. **Графічні інтерфейси користувача (GUI)**: Розробка графічних інтерфейсів для програмних додатків.
15. **Реалізація алгоритмів освітлення в 3D-графіці**: Методи освітлення, такі як Phong та Blinn-Phong моделі.
16. **Техніки антиаліясінгу**: Методи покращення якості зображень, усунення ефекту «зубчатих країв».
17. **Генерація фракталів**: Створення та вивчення фрактальних зображень і їх використання у графіці.
18. **Інтерактивна графіка**: Розробка інтерактивних графічних додатків та ігор.
19. **Побудова графічних систем і їх оптимізація**: Оптимізація графічних додатків для кращої продуктивності.
20. **Графічний дизайн і композиця**: Основи графічного дизайну та композиції для ефективної візуалізації інформації.
21. **Методи сегментації зображень**: Техніки автоматичної та напівавтоматичної сегментації зображень.
22. **Використання процедурних текстур**: Створення текстур за допомогою процедурних методів замість фотографічних.
23. **Аналіз та візуалізація даних**: Розробка графічних рішень для візуалізації великих наборів даних.

24. **Реалізація графічних ефектів**: Техніки створення спецефектів, таких як розмиття, віддзеркалення і тіні.
25. **Застосування машинного навчання у графіці**: Використання нейронних мереж для обробки та генерації зображень.
26. **Моделювання складних поверхонь**: Техніки створення і обробки складних геометричних поверхонь.
27. **Створення графічних редакторів**: Розробка простих графічних редакторів з використанням популярних бібліотек і фреймворків.
28. **Інструменти для анімації 2D-графіки**: Розробка анімацій для 2D-графіки та інтеграція їх у веб-додатки.
29. **Віртуальні камери та їх налаштування**: Основи роботи з віртуальними камерами у 3D-середовищі.
30 **Інструменти і техніки для створення ігор**: Використання графічних технологій у розробці ігор, включаючи освітлення, фізику та анімацію.

7 . Організація та проведення тренінгу з дисципліни.

Порядок проведення тренінгу:

1. Вступна частина проводиться з метою ознайомлення студентів з темою тренінгу.

2. Організаційна частина полягає у створенні робочого настрою у колективі студентів.

3.Практична частина реалізується шляхом виконання завдань з певних проблемних питань теми тренінгу.

4. Підведення підсумків. Обговорення результатів виконаних завдань. Обмін думками з питань, що виносяться на тренінг.

Тематика тренінгу: проектування, реалізація та створення 3D графічних об’єктів з використанням сучасних програмних засобів

Сучасні графічні програмні засоби.

1. Отримати у викладача номер індивідуального завдання.
2. Знайти інформацію про заданий тип апаратного засобу (в тексті подати посилання звідки було отриману відповідну інформацію).
3. Знайти декілька зображень відповідного пристрою в різних ракурсах та (не менше 2).
4. За допомогою програмного комплексу “Компас-3D” зобразити відповідний пристрій у трьох проекціях.
5. Розставити відповідні позначки.
6. Підготувати звіт за результатами виконання тренінгу.

Варіанти виконання завдання:

№	Тип пристрою	Повна назва пристрою
1	маршрутизатор	D-Link DI-2004
2	маршрутизатор	D-Link DI-2006
3	маршрутизатор	D-Link DVG-N5402FF
4	маршрутизатор	D-Link DI-824VUP+
5	маршрутизатор	D-Link DIR-100
6	маршрутизатор	D-Link DVA-G3672B
7	маршрутизатор	D-Link DI-804HV
8	маршрутизатор	D-Link DIR-330
9	маршрутизатор	D-Link DIR-632
10	маршрутизатор	D-Link DIR-655/B1
11	маршрутизатор	D-Link DIR-645
12	маршрутизатор	D-Link DIR-815
13	маршрутизатор	D-Link DIR-825
14	маршрутизатор	D-Link DSR-250N
15	маршрутизатор	D-Link DVG-7111S
16	маршрутизатор	D-Link DSL-2750U
17	маршрутизатор	D-Link DSL-2750U
18	маршрутизатор	D-Link DSL-G804V
19	маршрутизатор	D-Link DSL-1500G

20	маршрутизатор	D-Link DSL-6740U
21	мережеві адаптери	D-Link DFE-520TX
22	мережеві адаптери	D-Link DFE-528TX
23	мережеві адаптери	D-Link DFE-551FX
24	мережеві адаптери	D-Link DFE-550FX

8. Методи навчання.

У навчальному процесі застосовуються: лекції, в тому числі з використання мультимедійного проектора та інших ТЗН; практичні роботи, індивідуальні заняття; робота в Інтернет.

9. Методи оцінювання.

У процесі вивчення дисципліни „Інженерна та комп'ютерна графіка" використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне тестування та опитування;
- підсумкове тестування за кожним змістовним модулем;
- оцінювання виконання лабораторних робіт;
- оцінювання тренінгів;
- оцінювання результатів самостійної роботи.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни „Інженерна та комп'ютерна графіка" визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Модуль 1		Модуль 1		Модуль 3	Модуль 4
20%	20%	20%	20%	5%	15%
Поточне оцінювання	Модульний контроль	Поточне оцінювання	Поточне оцінювання	Тренінги	Самостійна робота
Середнє арифметичне з оцінок отриманих за виконання та захист лабораторних робіт 1-3	Підсумкова контрольна робота за темами 1-8	Середнє арифметичне з оцінок отриманих за виконання та захист лабораторних робіт 4-5	Підсумкова контрольна робота за темами 9-15	Оцінка за виконання та захист проєкту за однією з запропонованих тем	Оцінка, за виконання та представлення результатів самостійної роботи

Шкала оцінювання

За шкалою університету	**За національною шкалою**	**За шкалою ECTS**
90–100	відмінно	A (відмінно)
85–89	добре	B (дуже добре)
75–84		C (добре)
65–74	задовільно	D (задовільно)
60–64		E (достатньо)
35–59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1–34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.

№	Найменування	Номер теми
1.	Електронний варіант лекцій	1-15
2.	Інструкції до виконання лабораторних робіт (електронний варіант)	1-15
3	Обладнання: ПК Intel Core i3-540 (10шт.). Монітор 19 Samsung (10шт.) Принтер лазерний Canon MF4570 (1 шт.)	1-15
4	Програмне забезпечення: Microsoft Windows, Microsoft Office 2013, Mozilla Firefox, Nod32, FoxitReader, AdobeReader, WinRAR, WinZip, MathCAD, MatLab, DjVu Viewer, Total Commander, C#, C++, MASM32, Java Server Pages, Servlets, EJB, Java Server Faces, JavaFX, BC3.0, .NET Framework, PHP, Visual C++, Symbian C++, ARIS, MS Project, IBM Rational, GPSS	1-15

	World, Visual Web Developer 2016 Express, SWI Prolog, Microsoft Project, Spider Project, Primavera Project Planner, SQL Server 2015 Enterprise, Visio Professional 2016, Project Professional 2016, Expression Studio 2, Visual Studio 2015, Visual Studio™ 2015, Visual Studio Team System 2015 Adobe PhotoShop Free trial version, Corel Draw free Treal version, Powerpoint, Visio free trial version, Blender.	

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ
Основна літератури

1. Романюк О.Н.«Комп'ютерна графіка: електронний навч. посіб. [Електронний ресурс] / О. Н. Романюк, О. В. Романюк, Р. Ю. Чехместрук. –Вінниця : ВНТУ, 2023. – 147 с.

2. Шабала Є.Є. Комп'ютерна графіка та моделювання: конспект лекцій / Є.Є. Шабала. - Київ: КНУБА, 2022. – 108 с.

3. Козяр, М. М.. Підручник. Інженерна графіка: машинобудівне креслення; –сучасний засіб формування графічної компетентності майбутнього фахівця технічної галузі [Електронний ресурс]. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми, (65), -2022 136–146. Доступно за посиланням http://nbuv.gov.ua/UJRN/mitimpt_2022_65_14/

4. Ковбашин, В. І.«Вивчення курсу Інженерна графіка та CAD системи в режимі вебконференції в системі ATUTOR» [Електронний ресурс] / В. І. Ковбашин, А. І. Пік, О. П. Захарчук // Сучасні проблеми моделювання. – 2021. – Вип. 21. – С. 164–170. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/cpm_2021_21_21 .

5. Гнітецька, Т. В. «Курс Інженерна та комп'ютерна графіка" для студентів технічних університетів» [Електронний ресурс] / Т. В. Гнітецька, Г. О. Гнітецька // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2022. – Т. 90, № 4. – С. 89–101. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2022_90_4_9 .

6. Бадаєв Ю.І.Моделювання і комп'ютерна реалізація векторно-параметричної кривої за заданими двома точками і першими, другими і третіми похідними в них [Електронний ресурс] / Ю. І. Бадаєв, Л. П. Лагодіна // Сучасні проблеми моделювання. – 2021. – Вип. 21. – С. 16–22. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/cpm_2021_21_4 .

7. Гнітецька, Т. В.Курс Інженерна та комп'ютерна графіка для студентів технічних університетів» / Т. В. Гнітецька, Г. О. Гнітецька // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2022. – Т. 90, № 4. – С. 89–101. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2022_90_4_9 .

8. Придатько Д. Р. Огляд методів розпізнавання об'єктів за допомогою систем технічного зору / Д. Р. Придатько // Автоматизація та Приладобудування = Automation and Development of Electronic Devices (ADED 2023) : збірник студентських наукових статей / Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Вип. 2. – С. 234-238.

9. Дурняк, Б. В. Інформаційні технології пошуку та зберігання даних про графічні об'єкти на основі їх семантики» : монографія / Б. В. Дурняк, М. О. Медиковський, О. В. Тимченко. – Львів : Українська академія друкарства, 2020. – 220 с.

10. Gorokhovatsky, V., Vlasenko, N., Rybalka, M. (2021). Application of data hashing tools to accelerate classification decisions in structural image recognition methods. Advanced Information Systems, 5(2), 13–20. https://doi.org/10.20998/2522-9052.2021.2.02

11.Гуменний П.В. методичні вказівки до лабораторних роботі з дисципліни "Інженерна та комп'ютерна графіка": Гуменний П.В.– Тернопіль: Гал-друк, 2020. – 60 с.

12. Гуменний П.В. курс лекцій з дисципліни "Інженерна та комп'ютерна графіка": Гуменний П.В.– Тернопіль: Гал-друк, 2020. – 120 с.

13.Гуменний П.В. Методичні вказівки з організації самостійної роботи студенів з дисципліни Інженерна та комп'ютерна графіка за освітнім рівнем «Бакалавр» / Укл. П.В. Гуменний - Тернопіль: ЗУНУ, 2022. - 10 с.

Додаткова література

14. Тузенко , О., Володін , С. (2023). Програмне забезпечення для поліпшення якості зображення при збільшенні його формату після зйомки. Вісник Приазовського Державного

Технічного Університету. Серія: Технічні науки, (47), 24–32. https://doi.org/10.31498/2225-6733.47.2023.299972

15. Юрченко А.О., Удовиченко О.М. Основи веб-технологій та веб-дизайну : навчальний посібник. Суми: ФОП Цьома С.П., 2021. 158 с.

16. Marschner, S., Shirley, P. (2021). Fundamentals of computer graphics: International student edition (5th ed.). A K Peters/CRC Press. ISBN: 0367505037.

17. Gaboury, J. (2021). Image objects: An archaeology of computer graphics. The MIT Press. ISBN: 0262045036.

18. Vince, J. (2022). Mathematics for computer graphics (6th ed.). Springer. ISBN: 1447175190.

19. Kosarevsky, S., Latypov, V. (2021). 3D graphics rendering cookbook: A comprehensive guide to exploring rendering algorithms in modern OpenGL and Vulkan. Packt Publishing. ISBN: 1838986197.

20. Pouhela, F. (2024). 3D game engine development: Learn how to build a cross- platform 3D game engine with C++ and OpenGL [Kindle edition]. ASIN:B0CTWDPH2T.

21. Taylor, M. D. (2024). Computer graphics development with Vulkan: A hands-on guide to building high-performance, real-time 3D graphics applications [Kindle edition]. ASIN: B0DQLM49RN.

22. Giesecke, F., Lockhart, S., Goodman, M., & Johnson, C. (2023). Technical drawing with engineering graphics (16th ed.). Peachpit Press- 1024p.

23. Shih, R. (2023). Principles and practice: An integrated approach to engineering graphics and AutoCAD 2024. SDC Publications. -600p.

24. Marschner, S., Shirley, P. (2021). Fundamentals of computer graphics: International student edition (5th ed.). A K Peters/CRC Press. 700 pages. ISBN:036750503.

25. Shih, R. (2024). Principles and practice: An integrated approach to engineering graphics and AutoCAD 2025. SDC Publications. 600 pages. ISBN: 1630576816.

26. Penny de Byl, P. (2022). Mathematics for game programming and computer graphics (1st ed.). Packt Publishing. ISBN: 1801077339.

27. Grinberg, M. (2024). Design development with Unreal Engine 5 and Blender: Learn to design a unique workflow toward creating characters and worlds in Unreal Engine . ASIN: B0CW18FWWS.

28. Григор’єв О. В. Корекція колірного балансу цифрового зображення на основі статистичних характеристик / О. В. Григор’єв, Т. А. Колесникова, Л. О. Яценко // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: колективна монографія. – Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2021. – С. 68-79.

29. Шпортько, О., Бомба, А. Я. (2023). Формування колірних моделей з центруванням інтервалів різниць компонентів в процесі прогресуючого ієрархічного стиснення зображень без втрат. Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International Scientific and Practical Conference, (6), 194–197. https://doi.org/10.31713/MCIT.2023.060

30. Brachmann, E., Rother, C. (2021). Visual camera re-localization from RGB and RGB-D images using DSACV. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 44(9), 5847–5865. https://doi.org/10.1109/TPAMI.2021.3070754

31.Plantenberg, K. (2024). Engineering graphics essentials with AutoCAD 2025 instruction: Text and video instruction. SDC Publications.-950 pages.