

МАРІУПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра математичних методів та системного аналізу



Т.В. Шабельник

Т.В. Шабельник р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК30. НДПП 1.2.18. Комп'ютерна графіка

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Освітньо-професійна програма Кібербезпека

(назва освітньо-професійної програми)

Напрямок підготовки 125 Кібербезпека

(шифр і назва напряму підготовки)

Спеціальність 125 Кібербезпека

(шифр і назва спеціальності)

Спеціалізація _____

(назва спеціалізації)

Факультет Економіко-правовий

(назва факультету)

2020 -2021 рік

Робоча програма з дисципліни комп'ютерна графіка

(назва навчальної дисципліни)

для студентів ОПІ Кібербезпека за
спеціальністю 125 Кібербезпека

Розробники:

Лазаревська Ю.А. асистент кафедри математичних методів та системного
аналізу

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри математичних
методів та системного аналізу

Протокол від № 1 від “27” серпня 2020 року

Завідувач кафедри математичних методів та системного аналізу



(підпис)

(Шабельник Т.В.)

(прізвище та ініціали)

“27” серпня 2020 року

© Лазаревська Ю.А., 2020 рік

© МДУ, 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, Освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань <u>12 Інформаційні технології</u> (шифр і назва)	Обов'язкова	
Модулів –	ОПІ Кібербезпека	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		4-й	4-й
- вирішення типових завдань за темами змістових модулів		Семестр	
Загальна кількість годин - 180		7-й	7-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних -4 самостійної роботи студента – 8	Освітній рівень: перший бакалаврський рівень	Лекції	
		30	12
		Практичні, семінарські	
		Лабораторні	
		30	12
		Самостійна робота	
		118	154
		Індивідуальні завдання: 2	
Вид контролю: екзамен			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

- для денної форми навчання – 50%,
- для заочної форми навчання – 15%

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою дисципліни «Комп'ютерна графіка» є формування у майбутніх фахівців сучасного рівня інформаційної культури у галузі комп'ютерної графіки; ознайомлення з основними методами і алгоритмами теорії обробки зображень; набуття практичних навичок з основ застосування сучасних технологій обробки зображень за допомогою сучасних комп'ютерних засобів та спеціалізованих пакетів роботи із графікою; формування у студентів розуміння основ комп'ютеризації сучасних методів обробки графічної інформації, а також інформаційного забезпечення, системи знань та вмінь, зорієнтованих на проведенні інформаційної та інформаційно-аналітичної роботи з використанням спеціалізованого прикладного програмного забезпечення для роботи з зображеннями; формування теоретичних знань та практичних навичок професійної роботи, що необхідні для використання комп'ютерних технологій роботи з графічним матеріалом.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Комп'ютерна графіка» є придбання і закріплення знань студентами в області використання інформаційних технологій для роботи з комп'ютерною графікою; вивчення пакетів програм; придбання знань в області обробки зображень за допомогою методів та алгоритмів комп'ютерної графіки; освоєння методик і технологій обробки зображень, зокрема фільтрації, сегментації та ін.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен

знати : основні види комп'ютерної графіки та їх застосування для роботи з зображеннями;

- принципи реалізації систем обробки зображень;
- засоби та приклади вирішення типових задач обробки зображень;
- основні види програмного забезпечення систем обробки зображень, технологію їх застосування;

технологію їх застосування;

вміти : формулювати вимоги до основних видів систем обробки зображень;

- застосовувати навички обробки зображень при користуванні пакетами роботи з графікою;

- використовувати сучасні методи обробки зображень в процесі експлуатації комп'ютерних систем та пакетів роботи з зображеннями.

Місце навчальної дисципліни в освітній програмі. ОК 30. НДПП 1.2.18.

Передумови для вивчення дисципліни: «Теорія інформації та кодування», «Дискретна математика», «Вища математика».

Результати навчання: Організувати власну професійну діяльність, обирати оптимальні методи та способи розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем у професійній діяльності, оцінювати їхню ефективність. Забезпечувати функціонування спеціального програмного забезпечення, щодо захисту інформації від руйнуючих програмних впливів, руйнуючих кодів в інформаційно-телекомунікаційних системах. Вирішувати задачі управління процедурами ідентифікації, автентифікації, авторизації процесів і користувачів в інформаційно-телекомунікаційних системах згідно встановленої політики інформаційної та /або кібербезпеки. Реалізовувати заходи з протидії отриманню несанкціонованого доступу до інформаційних ресурсів і

процесів в інформаційних та інформаційно-телекомунікаційних (автоматизованих) системах.

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основні поняття комп'ютерної графіки.

Тема 1. Вступ до комп'ютерної графіки

Історія. Застосування комп'ютерної графіки: відображення інформації, проектування, графічний користувальницький інтерфейс. Області використання комп'ютерної графіки: двовимірна графіка, поліграфія, мультимедіа, World Wide Web (WWW), 3D-графіка та комп'ютерна анімація, САПР і ділова графіка, геоінформаційні системи (ГІС). Напрями комп'ютерної графіки.

Тема 2. Технічні засоби комп'ютерної графіки.

Пристрої введення: маніпулятори, сканери та камери. Пристрої виведення: монітори, Графопобудовники, принтери та проектори.

Тема 3. Формати зберігання графічних файлів.

Сучасні графічні системи. Векторні формати: CDR (CorelDraw Bitmap), AI (Adobe Illustrator), WMF (Windows Metafile). Растрові формати: BMP (Bitmap), GIF (Graphics Interchange Format), JPEG (Joint Photographic Experts Group), PNG (Portable Network Graphics), TIFF (Tag Image File Format). Комплексні формати: PDF (Portable Document Format), DjVu.

Тема 4. Колір у комп'ютерній графіці.

Кольори і відтінки. Про природу світла і кольору. Колірний графік МКО (CIE). Колірні моделі RGB і CMY. Кодування кольору (основні визначення). Колірні моделі HSV і HLS. Простір CIE L*u*v та CIE Lab. Колірні палітри: індексна палітра, фіксована палітра, безпечна палітра.

Змістовий модуль 2. Види комп'ютерної графіки.

Тема 5. Види комп'ютерної графіки

Растрова графіка. Засоби для роботи з растровою графікою. Джерела отримання растрових зображень. Інструментальні засоби растрових редакторів. Роздільна здатність растра. Переваги і недоліки растрової графіки.

Векторна графіка. Основні об'єкти векторної графіки. Представлення об'єктів у векторній графіці. Джерела отримання векторних зображень. Засоби створення векторних зображень.

Фрактальна графіка. Застосування фракталів. Геометричні фрактали. Алгебраїчні фрактали. Стохастические фрактали. Системи ітеруючих функцій (IFS - Iterated Function Systems). Програми для побудови фракталів.

Тема 6. Графічний конвеєр в комп'ютерній графіці.

Представлення графічних об'єктів. Графічний конвеєр візуалізації. Стадія геометричних перетворень: перетворення геометричних моделей через примітки, модельні перетворення, освітлення, видові перетворення від

сканування невидимих поверхонь. Стадія візуалізації (рендерингу): метод Z-буфера, текстурування, зафарбування граней.

Тема 7. Геометричні перетворення у комп'ютерній графіці.

Базова графіка. Геометричні перетворення на площині. Однорідні координати. Матричне подання афінних перетворень. Геометричні перетворення в просторі: особливості відображення просторових об'єктів, афінні перетворення в просторі.

Змістовий модуль 3. Сучасні комп'ютерні системи та пакети роботи з графічною інформацією.

Тема 8. Редактори векторної графіки Corel Draw та Adobe Illustrator

Створення простих об'єктів. Операції з об'єктами. Зміна властивостей об'єктів у Corel Draw та Adobe Illustrator. Робота з вузлами графічних об'єктів. Робота з текстом. Ефекти, перетікання, перспективи та пропозиції.

Тема 9. Macromedia Freehand, редактор ділової графіки Visio та математичний пакет Matlab.

Структурні компоненти, інтерфейс програми Freehand. Рядок меню, панелі інструментів, вікно пакету, вікно зображення та тексту, вікно крупного плану. Технологія роботи з програмою, аналіз макету сторінки, зміна встановленого сканера.

Знайомство з програмою Microsoft Office Visio. Робота с редактором Microsoft Visio. Складання схем алгоритмів і програм в Microsoft Visio. Створення діаграм в Microsoft Visio.

Знайомство з Matlab. Інтерфейс користувача. Типи даних. Введення і редагування. Налаштування MATLAB для роботи. Оператори системи MATLAB та їх застосування при створенні різноманітних обчислень. Векторні функції. Функції для роботи з матрицями. Виконання операцій в символній формі. Технології та принципи графічної візуалізації. Візуалізація функцій та даних за допомогою тривимірних графіків. Побудова поверхонь.

Тема 10. Графічний редактор Adobe Photoshop

Визначення графічного редактора. Призначення Adobe Photoshop. Робоче вікно Adobe Photoshop.

Динамічний діапазон і тонова корекція зображення. Гістограма розподілу рівнів яскравості зображення. Заміна кольору у зображенні. Інструменти «Штамп клонування» та «Лікувальний пензлик». Відновлення елементів зображення за допомогою інструмента «Заплатка». Кадрування зображення. Формати, у яких можна зберегти зображення.

Шари в Adobe Photoshop. Особливості фонового шару. Палітра «Шари». Налаштування шарів. Властивості шарів. Способи створення, копіювання та знищення шару. Об'єднання шарів. Набір шарів. Формат файлів із шарами. Призначення налаштовуваних шарів. Створення налаштовуваних шарів і порядок їх застосування. Шари-залівки. Маска шару. Обрізаюча маска. Стилі шарів.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин										
	денна форма						Заочна форма				
	усього	у тому числі					усього	у тому числі			
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб.	інд
Змістовий модуль 1. Основні поняття комп'ютерної графіки.											
Тема 1. Вступ до комп'ютерної графіки	10	2				8	12	2			10
Тема 2. Технічні засоби комп'ютерної графіки	12	2				10	12				12
Тема 3. Формати зберігання графічних файлів.	12	2				10	12				12
Тема 4. Колір у комп'ютерній графіці	14	4				10	22	2			20
Разом за змістовим модулем 1	48	10				38	58	4			54
Змістовий модуль 2. Види комп'ютерної графіки.											
Тема 5. Види комп'ютерної графіки	20	6		4		10	34	2		2	30
Тема 6. Графічний конвеєр в комп'ютерній графіці	16	2		4		10	14	2		2	10
Тема 7. Геометричні перетворення у комп'ютерній графіці	16	2		4		10	14	2		2	10
Разом за змістовим модулем 2	52	10		12		30	62	6		6	50
Змістовий модуль 3. Сучасні комп'ютерні системи та пакети роботи з графічною інформацією.											
Тема 8. Редактори векторної графіки Corel Draw та Adobe Illustrator	18	2		6		10	10				10
Тема 9. Macromedia freehand, редактор ділової графіки visio та математичний пакет matlab	30	4		6		20	20				20
Тема 10. Графічний редактор Adobe Photoshop	32	4		6	2	20	30	2		6	2
Разом за змістовим модулем 3	80	10		18		50	60	2		6	2
Усього годин	180	30		30	2	118	180	12		12	2

3. Теми лабораторних занять

Денна форма

№ з/п	Назватеми	Кількість годин
1	Типи зображень і робота з файлами зображень.	2
2	Робота з текстом у векторному редакторі	2
3	Амплітудні перетворення зображення	2
4	Фільтрація зображень	2
5	Бінаризація і виділення контуру	2
6	Морфологічні операції	
7	Сегментація зображень	2

8	Робота з фрагментами зображення	2
9	Шари. Режими накладення. Робота з текстом	2
10	Робота з масками і каналами	2
11	Тонові корекції	2
12	Колірні корекції	2
13	Інструменти малювання	2
14	Створення елементів оформлення	2
15	Створення анімаційних зображень	2
	Усього	30

Заочна форма

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Шари. Режими накладення. Робота з текстом	2
2	Робота з масками і каналами	2
3	Тонові корекції	2
4	Колірні корекції	2
5	Інструменти малювання	2
6	Створення елементів оформлення	2
	Усього	12

Самостійна робота

Денна форма

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до комп'ютерної графіки	8
2	Технічні засоби комп'ютерної графіки	10
3	Формати зберігання графічних файлів.	10
4	Колір у комп'ютерній графіці	10
5	Види комп'ютерної графіки	10
6	Графічний конвеєр в комп'ютерній графіці	10
7	Геометричні перетворення у комп'ютерній графіці	10
8	Редактори векторної графіки Corel Draw та Adobe Illustrator	10
9	Macromedia freehand, редактор ділової графіки Visio та математичний пакет Matlab	20
10	Графічний редактор Adobe Photoshop	20
	Усього	118

Заочна форма

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до комп'ютерної графіки	10
2	Технічні засоби комп'ютерної графіки	12
3	Формати зберігання графічних файлів.	12
4	Колір у комп'ютерній графіці	20
5	Види комп'ютерної графіки	30
6	Графічний конвеєр в комп'ютерній графіці	10
7	Геометричні перетворення у комп'ютерній графіці	10
8	Редактори векторної графіки Corel Draw та Adobe Illustrator	10
9	Macromedia freehand, редактор ділової графіки Visio та математичний пакет Matlab	20
10	Графічний редактор Adobe Photoshop	20
	Усього	154

4. Індивідуальні завдання

Підготовка тез доповіді на конференції/статті з обраної теми.
Вирішення типових завдань за темами змістових модулів.

5. Методи навчання

Словесні методи - лекція, розповідь-пояснення, бесіда.

Наочні методи – презентація, демонстрація.

Практичні методи – лабораторні роботи.

Методи контролю:

- методи усного контролю: індивідуальне опитування;
- методи письмового контролю: контрольна робота, розв'язання тестових завдань, тощо.

6. Критерії оцінювання

Критерії поточного оцінювання знань студентів.

Усний виступ та виконання письмового завдання, тестування	Критерії оцінювання
5	В повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив усі тестові завдання.
4	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішив більшість тестових завдань.
3	В цілому володіє навчальним матеріалом викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових відповідей, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, без використання необхідної літератури допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив половину тестових завдань.
2	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації обґрунтування) викладає його під час усних виступів та письмових відповідей, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив меншість тестових завдань.
1	Частково володіє навчальним матеріалом не в змозі викласти зміст більшості питань теми під час усних виступів та письмових відповідей, допускаючи при цьому суттєві помилки. Правильно вирішив окремі тестові завдання.

Доповнення виступу:

2 бали – отримують студенти, які глибоко володіють матеріалом, чітко визначили його зміст; зробили глибокий системний аналіз змісту виступу, виявили нові ідеї та положення, що не були розглянуті, але суттєво впливають на зміст доповіді, надали власні аргументи щодо основних положень даної теми.

1 бал отримують студенти, які виклали матеріал з обговорюваної теми, що доповнює зміст виступу, поглиблює знання з цієї теми та висловили власну думку.

Суттєві запитання до доповідачів:

2 бали отримують студенти, які своїм запитанням до виступаючого суттєво і конструктивно можуть доповнити хід обговорення теми.

1 бал отримують студенти, які у своєму запитанні до виступаючого вимагають додаткової інформації з ключових проблем теми, що розглядається.

Експрес-контроль:

2 бали нараховуються студентам, які вільно володіють усім навчальним матеріалом, орієнтуються в темі та аргументовано висловлюють свої думки.

1 бал отримують студенти, які частково володіють матеріалом та можуть окреслити лише деякі проблеми теми.

Складання словника основних термінів, що визначені програмою курсу (за темами):

Програмою курсу визначено перелік ключових термінів, що розкривають зміст кожної теми. Студентам пропонується скласти словник основних термінів з конкретної теми на останніх сторінках опорного конспекту лекцій.

2 бали нараховуються студентам, які не лише склали повний перелік визначених термінів з конкретної теми, а й можуть вільно розтлумачити їх зміст.

1 бал нараховуються студентам, які склали неповний перелік визначених термінів з конкретної теми і не можуть їх розтлумачити без конспекту.

Ведення опорного конспекту лекції:

2 бали нараховуються студентам, які в повному обсязі самостійно і творчо опрацювали всі питання лекції і вільно володіють її змістом.

1 бал нараховується студентам, які опрацювали лише окремі питання лекції і не достатньо вільно володіють її змістом.

Підготовка творчих завдань(есе, дайджест):

2 бали отримують студенти, які можуть виокремити з різних джерел основні положення, структурно об'єднати їх, коротко проаналізувати кожне з них та зробити ґрунтовні узагальнюючі висновки.

1 бал отримують студенти, які в цілому правильно виокремили основні положення кожного з джерел, але не зробили їх відповідного аналізу та узагальнюючих висновків.

Ведення конспекту першоджерел.

2 бали отримують студенти, які опрацювали всю необхідну обов'язкову літературу, засвоїли її основні теоретичні положення, вміють їх пояснити і розтлумачити.

1 бал отримують студенти, котрі опрацювали не всю необхідну літературу, не завжди розуміють її вихідні теоретичні положення, поверхово їх пояснюють.

Підсумковий модульний контроль знань студентів.

Критерії підсумкового модульного оцінювання
знань студентів

Письмова контрольна робота або тестування	Критерії оцінювання
--	---------------------

21-25	В повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив усі тестові завдання.
17-21	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішив більшість тестових завдань.
14-17	В цілому володіє навчальним матеріалом викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових відповідей, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, без використання необхідної літератури допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив половину тестових завдань.
10-14	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає його під час усних виступів та письмових відповідей, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив меншість тестових завдань.
10	Частково володіє навчальним матеріалом не в змозі викласти зміст більшості питань теми під час усних виступів та письмових відповідей, допускаючи при цьому суттєві помилки. Правильно вирішив окремі тестові завдання.
0	Не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його викласти, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань. Не вирішив жодного тестового завдання.

7. Засоби оцінювання

Поточний контроль знань студентів здійснюється за допомогою тестів, опитувань по темах, захисту звітів про виконання лабораторних робіт. Модульний контроль здійснюється із застосуванням тестів. Підсумковий контроль здійснюється у формі екзамену.

Завданням поточного контролю знань студентів є перевірка розуміння та запам'ятовування певного теоретичного матеріалу, умінь самостійної роботи зі спеціальною літературою, набуття практичних навичок роботи з ПК і окремими програмними засобами, вміння пояснити і захистити свою роботу.

8. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота										Сума (в балах)		
Змістовий модуль №1				Змістовий модуль №2			Змістовий модуль №3			мод. конт роль	екзамен	всього
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10			
										15	50	100

T1, T2, ... – змістові теми

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 - 100	A	відмінно	зараховано
82 - 89	B	добре	
74 - 81	C		
70 - 74	D	задовільно	
64 - 73	E		
35 - 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 - 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення

Під час викладання дисципліни для занять використовується лабораторна база комп'ютерних класів МДУ.

10. Рекомендовані джерела інформації

Базові

1. Эйнджел Э. Интерактивная компьютерная графика. Вводный курс на базе OpenGL, 2 изд. Пер. с англ.- Москва, "Вильямс", 2001. – 592 с.:ил.
2. Порев В.Н. Компьютерная графика / В.Н.Порев. – СПб.: БХВ Петербург, 2002, – 432с.: ил.
3. Маценко В.Г. Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник. – Чернівці: Рута, 2009 – 343 с.
4. Хилл Ф. OpenGL. Программирование компьютерной графики. Для профессионалов. – СПб.: Питер, 2002. –1088 с. ил.

Допоміжні

5. Веселовська Г. В. Комп'ютерна графіка: навч. посіб.; під ред. В. Є. Ходакова. — Херсон: ОЛДІ-плюс, 2008. — 584 с.
6. Демин А.Ю. Основы компьютерной графики: Учебное пособие / А.Ю. Демин; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-вл Томского политехнического университета, 2011. – 191 с.
7. Баяковский, Ю.М. Графическая библиотека OpenGL: учебно-методическое пособие // Ю.М. Баяковский, А.В. Игнатенко, А.И. Фролов. М.: ВМиК МГУ, 2003. – 132 с.

8. Постнов К.В. Компьютерная графика. – Москва, 2009. – 247 стр.
9. Аммерал Л. Машинная графика на языке C: В 4-ч книгах. – Сол Систем, 1992
10. Херн Д., Бейкер М.П. Компьютерная графика и стандарты OpenGL, 3-е издание.: Пер. С англ. – М.: «Вильямс», 2005. – 1168 с.
11. Тихомиров Ю.И. Программирование трехмерной графики. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2000. – 256с.
12. Шикин Е. В. Компьютерная графика. Полигональные модели – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2001.- 464с.

Інформаційні ресурси

13. Технічні, математичні та алгоритмічні основи комп'ютерної графіки: Методичні вказівки до вивчення курсу лекцій з дисципліни “Комп'ютерна графіка” /Укл.: Різник О.Я. – Львів. Режим доступу: <http://yanchishen.nethouse.ru/static/doc/0000/0000/0236/236328.6vmianqpyf.pdf>
14. Боскін О.О. Конспект лекцій з дисципліни «Комп'ютерна графіка, 3D- моделювання та Web-дизайн» для студентів напряму підготовки «Комп'ютерні науки» [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.kntu.net.ua/index.php/rus/folder_str/download/3234
15. Ступников А.А. Лекции, лабораторные работы и справочные материалы по дисциплине «Компьютерная графика» Режим доступа: <http://study.utmn.ru/~astupnikov>
16. Васильев Л.А. OpenGL Компьютерная графика Режим доступа: <http://vuzmen.com/book/547-opengl-kompyuternaya-grafika-vasilev-la/2-annotaciya.html>
17. Дащенко В. В. Компьютерная графика Режим доступа: <http://kafedra-7.narod.ru/graf/>
18. Демин А. Ю. Компьютерная графика : электрон. учеб. пособие / А. Ю. Дёмин, А. В. Кудинов. — Томск :ТПУ, 2005. — Режим доступа: <http://compgraph.ad.cctpu.edu.ru/index.html>
19. Лаборатория компьютерной графики при при ВМК МГУ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://courses.graphicon.ru/main/cg/lectures/2012>