

УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ ДРУКАРСТВА

Факультет Видавничо-поліграфічних та Інформаційних технологій

Кафедра Медіатехнологій та виданично-графічних систем



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор

з науково-педагогічної роботи

Угрин Я. М.

2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВВ 3.1 „ ТЕОРІЯ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ВИДАВНИЧО-ПОЛІГРАФІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ”

(шифр і назва навчальної дисципліни)

третій (доктор філософії) рівень вищої освіти

(рівень вищої освіти)

Галузь знань:

18 «Виробництво та технології»

(шифр і назва галузі знань)

Спеціальність:

186 «Видавництво та поліграфія»

(шифр і назва спеціальності)

Освітньо-професійна програма:

«Видавництво та поліграфія»

(назва ОПП)

Вид дисципліни

за вибором

(обов'язкова / за вибором)


Мова викладання

українська

Львів – 2021 рік

Робоча програма з навчальної дисципліни „**ТЕОРІЯ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ВИДАВНИЧО-ПОЛІГРАФІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**” для навчання студентів спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія»

Затверджена гарантом освітньо-професійної програми «Видавництво та поліграфія»



(підпис)

С. Ф. Гавенко
(ініціали та прізвище)

Розробник: **Ковальський Б. М.**

професор кафедри медіатехнологій та видавничо-графічних систем,
доктор технічних наук, професор

Робоча програма розглянута та схвалена на засіданні кафедри медіатехнологій та видавничо-графічних систем

Протокол № 11 від 17 червня 2021 року

Завідувач кафедри МВГС



(підпис)

проф., д. т. н. Ковальський Б.М.
(і. п. прізвище)

1. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Всього годин	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів/год.	5/150	5/150
Усього годин аудиторної роботи, у т.ч.:		
– лекційні заняття, год.	36	36
– семінарські заняття, год.		
– практичні заняття, год.	36	36
– лабораторні заняття, год.		
Усього годин самостійної роботи, у т.ч.:	78	78
– контрольні роботи, к-сть/год.		
– розрахункові (розрахунково-графічні) роботи, к-сть/год.		
– індивідуальне науково-дослідне завдання, к-сть/год.		
– підготовка до навчальних занять та контрольних заходів, год.		
Екзамен		
Залік	залік	залік

Частка аудиторного навчального часу студента у відсотковому вимірі:

денної форми навчання – 48;

заочної форми навчання – 48.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

2.1. Мета вивчення навчальної дисципліни – формування у студентів знань з цифрових методів та засобів перетворення зображень у поліграфічному виробництві, створення необхідної теоретичної бази засвоєння практичних навичок для вивчення процесів ідеальної дискретизації та відновлення неперервних зображень, основних закономірностей квантування скалярних і векторних величин, суб'єктивної оцінки якості зображень та правильність відтворення кольорових зображень.

2.2. Завдання навчальної дисципліни є вивчення математичного представлення неперервного зображення, методів двовимірного опрацювання сигналів: узагальнених лінійних операторів, операторів псевдообернення, суперпозиції та згортки, а також операторів унітарних перетворень, перетворень Фур'є, Адамара та Карунена-Лоева, порівняльного аналізу лінійних методів фільтрації, методів покращення та реставрування зображень, питань аналізу сцен та інтерп'єтування зображень, вивчення задач виділення та вимірювання ознак, знаходження об'єктів, суміщення зображень, символічного опису зображень, а також систем розуміння зображень, питань кодування зображень, яке здійснюється з метою скорочення кількості двійкових одиниць, які витрачаються на опис чорно-білих та кольорових зображень в системах передавання та запам'ятовування зображень.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- математичне представлення неперервного зображення;
- методи двовимірного опрацювання сигналів: узагальнені лінійні оператори, оператори псевдообернення, суперпозиції та згортки, а також оператори унітарних перетворень;
- перетворення Фур'є, Адамара та Карунена-Лоева;
- порівняльний аналіз лінійних методів фільтрації;

- методи покращення та реставрування зображень;
- питання аналізу сцен та інтерпретування зображень; вивчення задач виділення та вимірювання ознак, знаходження об'єктів, суміщення зображень, символічного опису зображень, а також систем розуміння зображень;
- питання кодування зображень, яке здійснюється з метою скорочення кількості двійкових одиниць, які витрачаються на опис чорно-білих та кольорових зображень в системах передавання та запам'ятовування зображень.

вміти:

- ефективно застосовувати комп'ютерні системи опрацювання зображень;
- оцінювати рівень спотворень, які спричиняються системами цифрового опрацювання зображень;
- володіти практичними алгоритмами векторно-растрових та растрово-векторних перетворень;
- грамотно розробляти методологію цифрового опрацювання конкретних зображень.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей:

загальних:

- ЗК1. Здатність працювати з міжнародними науковими товариствами, презентувати та публікувати свої наукові результати однією з іноземних мов європейського простору; спілкуватися з академічним товариством та громадськістю, колегами, державною (українською) мовою.
- ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; знати принципи оформлення наукових публікацій;
- ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу нових та складних ідей;
- ЗК5. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми видавничо-поліграфічного виробництва;
- ЗК6. Здатність проводити теоретичні й експериментальні дослідження на відповідному рівні; дотримуватись норм авторського права при проведенні наукових досліджень, захищати авторські права.

фахових:

- СК 2. Здатність до розроблення наукових і методологічних основ проектування, створення, дослідження і впровадження у виробництво інноваційних технологій опрацювання цифрових зображень, устаткування, поточкових ліній, друкованих, електронних мультимедійних та інтерактивних видань, паковань, матеріалів та технологічного забезпечення якості видавництва та поліграфії;
- СК 3. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології, експертні системи та прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань у видавничо-поліграфічній галузі;
- СК 4. Здатність до розроблення нових та вдосконалення існуючих моделей, методів, засобів, процесів видавничо-поліграфічного та пакувального виробництва, які забезпечують створення нових технологій опрацювання цифрових зображень та розвиток існуючих технологій розробки, виготовлення, оздоблення та використання друкованих і електронних видань, паковань, аудіо- та відеоінформації, мультимедійних продуктів. Володіння навичками розроблення та дослідження моделей і методів оцінювання та забезпечення якості, підвищення надійності технологічних процесів, функціональної безпеки видавничо-поліграфічних систем та пакувальної продукції;
- СК6. Здатність використовувати у професійній діяльності знання з різних наук, переосмислювати наявне та створювати нове цілісне знання та/або про-

фесійну практику і розв'язувати значущі соціальні, наукові, культурні, етичні та інші проблеми видавничо-поліграфічної галузі

- СК8. Здатність створювати та оформлювати наукові публікації, патенти та звіти з наукових досліджень у відповідності до існуючих стандартів та у відповідності до норм академічної доброчесності. Здатність презентувати результати власних наукових досліджень державною (українською), та однією/ або декількома іноземними мовами та використовувати сучасні методи і технології наукової комунікації.

Результати навчання даної дисципліни деталізують такі програмні результати навчання:

- РН1. Знати наявні, виявляти нові, перспективні науково-прикладні проблеми видавничо-поліграфічного, визначати і враховувати їх міжгалузевий та глобальний контексти, визначати методи і засоби розв'язання вказаних проблем;
- РН2. Володіти сучасною, орієнтованою на галузеву проблематику методологією теоретичного та експериментального дослідження процесів та виробів видавничо-поліграфічного виробництва, методами аналізу й інтерпретації його результатів, здійснювати наукові дослідження, узагальнення їх результатів, формулювання та обґрунтування висновків та пропозицій щодо впровадження досліджень, проводити інноваційну діяльність задля отримання нових знань та створення нових технологій та продуктів в сфері видавництва і поліграфії та в ширших мультидисциплінарних контекстах;
- РН3. Формулювати й увиразнювати результати власних досліджень представляти результати дослідження у формі наукових звітів, статей, доповідей тощо для їх широкої апробації у вітчизняних та міжнародних фахових інформаційних ресурсах державною, англійською та/або іншою іноземною мовою з дотриманням принципів академічної доброчесності.
- РН4. Дотримуватися принципів етики і доброчесності в галузі наукової та/або професійної діяльності під час оприлюднення, презентації, обговорювання та захисту результатів наукових досліджень в усній та письмовій формах перед фаховою та не фаховою аудиторією державною та іноземною мовами.
- РН9. Використовувати інноваційну діяльність у цифровому інформаційному середовищі видавничої та поліграфічної галузі; управляти процесами використання інформаційних систем для контролю виробництва та забезпечення якості процесів та виробів видавництва та поліграфії.

2.3. Перелік попередніх та супутніх і наступних навчальних дисциплін

№ з/п	Попередні навчальні дисципліни	Супутні і наступні навчальні дисципліни
1	Опрацювання графічної інформації	Інформаційні технології проектування електронних видань
2	Цифрові технології у формних процесах	
3	Технологія електронних видань	

3. АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Цифрове опрацювання зображень – область науки, яка інтенсивно розвивається, яка знаходить щораз ширше застосування в різних інформаційних технічних системах: радіолокаційних, зв'язку, телевізійних тощо.

Дисципліна «Теорія цифрових зображень для видавничо-поліграфічних процесів» призначена дати необхідні відомості про теоретичні основи цифрового опрацювання просторових сигналів (зображень). Розглянуто елементи теорії сигналів, організація базису і розкладання просторових сигналів за системою базисних функцій. Викладено питання дискретизації і віднов-

лення аналогових сигналів, цифрової фільтрації лінійними, нелінійними, логічними і морфологічними фільтрами, а також детально описані методи стиснення нерухомих і рухомих зображень.

4. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

4.1. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми	Денна форма	Заочна форма
		кількість годин	
Тема 1	Задачі, зміст та методика дисципліни. Базові знання, наукові та методичні основи вивчення дисципліни. Рекомендації по самостійному вивченню курсу. Роль та перспективи використання цифрового опрацювання зображень у видавничо-поліграфічному комплексі	2	2
	<u>Змістовий модуль 1.</u> Цифрове опрацювання неперервних зображень. Представлення зображень в цифровій формі. Дискретне лінійне двовимірне опрацювання зображень	14	14
Тема 2	Математичний опис неперервних зображень		
Тема 3	Дискретизація та відновлення неперервних зображень		
Тема 4	Математичний опис дискретних зображень		
Тема 5	Квантування зображень		
Тема 6	Міри якості дискретизованих зображень		
Тема 7	Дискретне лінійне двовимірне опрацювання		
Тема 8	Оператор суперпозиції		
Тема 9	Двовимірні унітарні перетворення		
Тема 10	Двовимірні методи лінійного опрацювання		
Разом годин за змістовим модулем 1		14	14
	<u>Змістовий модуль 2.</u> Реставрація та покращення зображень. Аналіз та кодування зображень	20	20
Тема 1	Покращення зображень		
Тема 2	Моделі, які використовуються при реставрації зображень		
Тема 3	Алгебраїчні методи просторової реставрації зображень		
Тема 4	Спеціальні методи просторової реставрації зображень		
Тема 5	Корекція яскравісних, колірних та спектральних характеристик зображаючих систем		
Тема 6	Аналіз зображень. Виділення ознак зображення		
Тема 7	Символічний опис зображень		
Тема 8	Знаходження об'єктів та суміщення (прив'язка) зображень		
Тема 9	Системи розуміння зображень		

Тема 10	Аналогові методи кодування зображень		
Тема 11	Цифрове кодування зображень з поелементним опрацюванням		
Тема 12	Цифрове кодування зображень з просторовим опрацюванням		
Тема 13	Аналіз ефективності кодування зображень		
Разом годин за змістовим модулем 2		20	20
Всього годин		36	36

4.2. Лабораторні заняття

№ з/п	Назва теми	Денна форма	Заочна форма
		кількість годин	
Тема 1	Ознайомлення з алгоритмічними основами побудови елементарних зображень. Порівняльні характеристики різних способів векторно-растрового та растрово-векторного перетворень	3	3
Тема 2	Елементарні алгоритми побудови відрізків растровими графічними пристроями. Алгоритм цифрового диференційного аналізатора	3	3
Тема 3	Застосування алгоритму Брезенхема для відтворення відрізків прямих ліній растровими пристроями. Цілочисельний алгоритм Брезенхема. Загальний алгоритм Брезенхема	4	4
Тема 4	Алгоритм Брезенхема для відтворення криволінійних функцій растровими графічними пристроями	4	4
Тема 5	Растрова розгортка як спосіб генерування зображення. Растрова розгортка в реальному часі. Групове кодування. Кліткове кодування. Растрова розгортка із застосуванням пам'яті буферу кадру. Адресація растру. Растрове відображення відрізків та літер	4	4
Тема 6	Растрова розгортка суцільних областей. Заповнення багатокутників. Растрова розгортка багатокутників. Застосування алгоритмів з впорядкованим списком ребер. Алгоритми заповнення: по ребрах; зі списком ребер; із затравлюванням	4	4
Тема 7	Основні методи усунення ступінчастості. Простий метод усунення ступінчастого ефекту. Згортка та усунення ступінчастості. Апроксимація напівтонами як спосіб усунення ступінчастості	4	4
Тема 8	Алгоритми відсікання: двомірного відсікання, тривимірного відсікання, відсікання багатокутників, відсікання літер	3	3
Тема 9	Основні алгоритми видалення невидимих ліній та поверхонь — плаваючого горизонту, Робертса, Вейлера-Азертонна, розбиття криволінійних поверхонь, з використанням z-буферу, порядкового сканування	3	3
Тема 10	Основи побудови реалістичних зображень. Моделі освітлення — проста та зі спеціальними ефектами.	4	4

	Визначення нормалі до поверхні. Визначення вектора відбиття. Методи замальовування. Прозорість, тіні та фактура на зображенні. Застосування кольору при побудові реалістичних зображень		
	Всього годин	36	36

4.3. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Денна форма	Заочна форма
		кількість годин	
Тема 1	Опрацювання матеріалу лекції № 1	4	4
	Підготовка до лабораторної роботи № 1	4	4
Тема 2	Опрацювання матеріалу лекції № 2	4	4
	Підготовка до лабораторної роботи № 2	4	4
Тема 3	Опрацювання матеріалу лекції № 3	4	4
	Підготовка до лабораторної роботи № 3	4	4
Тема 4	Опрацювання матеріалу лекції № 4	4	4
	Підготовка до лабораторної роботи № 4	4	4
Тема 5	Опрацювання матеріалу лекції № 5	4	4
	Підготовка до лабораторної роботи № 5	4	4
Тема 6	Підготовка до модульної контрольної роботи № 1	3	3
Тема 7	Опрацювання матеріалу лекції № 6	4	4
	Підготовка до лабораторної роботи № 6	4	4
Тема 8	Опрацювання матеріалу лекції № 7	4	4
	Підготовка до лабораторної роботи № 7	4	4
Тема 9	Опрацювання матеріалу лекції № 8	4	4
	Підготовка до лабораторної роботи № 8	4	4
Тема 10	Опрацювання матеріалу лекції № 9	4	4
	Підготовка до лабораторної роботи № 9-10	4	4
Тема 11	Підготовка до модульної контрольної роботи № 2	3	3
	Усього за навчальною дисципліною:	78	78

5. МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ ЗНАТЬ

Поточний контроль здійснюється під час проведення семінарських та практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання до заняття та виконання конкретної практичної роботи. Форма проведення поточного контролю під час навчальних занять визначається викладачем, що проводить заняття.

Модульний контроль проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять і має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмінь, що формує цей модуль. Модульний контроль реалізується шляхом узагальнення результатів поточного контролю знань і проведення спеціальних контрольних заходів.

6. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ

Максимальна оцінка в балах		
Поточний контроль (ПК)	Екзаменаційний контроль	Разом за дисципліну
50	50	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	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

7. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Робоча програма навчальної дисципліни.
2. Тестові завдання до курсу.
3. Методичні вказівки

8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Kovalskyi B., Boyarchuk A., Dubnevych M., Holubnyk T. Information model for determining the significance of factors influencing the level of digital noise in photographic images IntellITSIS'2021: 2nd International Workshop on Intelligent Information Technologies and Systems of Information Security, March 24–26, 2021, Khmelnytskyi, Ukraine.
2. Б.М.Ковальський, Н.В.Занько, Н.С. Писанчин, В.В.Семенів, Інформаційна технологія кольороподілу зображення: **монографія** – Львів: Українська академія друкарства, 2020 – 300с. ISBN 978-966-322-544-9
3. Kovalskyi Bohdan, Holubnyk Tetyana, Zanko Nataliya, Pysanchyn Nadiia Features of UV Technology // Theoretical and scientific foundations of engineering: collective monograph – etc. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2020 - P.19-24.
4. Прэтт У.К. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ.- М.: Мир, 1982.-Кн.1 - 312 с., кн.2 - 480 с.
5. Ющик О. Основи цифрової обробки зображень: Навчальний посібник. — Львів: УАД, 2005.— 180 с.
6. Ярославский Л. П. Введение в цифровую обработку изображений, М., 1979.
7. Прэтт У.К. Методы передачи изображений: Сокращение избыточности, М., Мир, 1983.
8. Хуанг Т.С. Быстрые алгоритмы в цифровой обработке изображений, М., Радио и связь, 1984.
9. Шрюфер Ельмар. Обробка сигналів: цифрова обробка дискретизованих сигналів, Київ, 1992.

10. Бабак В.П. та ін. Обробка сигналів: Підручник / В.П.Бабак, В.С.Хандецький, Е.Шрюфер, К., Либідь, 1996, 392 с.
11. Марр Дейвид. Зрение: Информационный подход к изучению представлений и обработке зрительных образов, М., 1987.
12. Бейтс Р., Мак-Доннел М. Восстановление и реконструкция изображений, М., 1989.
13. Очин Е.Ф. Вычислительные системы обработки изображений, Л., 1989.
14. Шлезингер М. И. Математические средства обработки изображений, Киев, 1989.
15. Гришин М. П. и др, Автоматический ввод и обработка фотографических изображений на ЭВМ, М., 1976.
16. Анисимов Б. В. Распознавание и цифровая обработка изображений (Учебное пособие), М., 1983.
17. Бутаков Е.А., Островский В. И., Фадеев И. Л. Обработка изображений на ЭВМ, М., Радио и связь, 1987.
18. Блейхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов, М., Мир, 1989, 448 с.
19. Роджерс Д.Ф., Адамс Дж. Математические основы машинной графики. — М.: Машиностроение, 1980.
20. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики: Пер. с англ. — М.: Мир, 1989. — 512 с.

Допоміжна

1. Tymchenko O., Havrysh V., Kovalskyi V., Tymchenko O. O., Havrysh K., Poniszewska-maranda A. Development and research of VAD-based speech signal segmentation algorithms // CEUR Workshop Proceedings. – 2020. – Vol. 2623 : Proceedings of the 1st International workshop on intelligent information technologies & systems of information security IntelITSIS 2020. Khmelnytskyi, Ukraine; June 10-12, 2020
2. Гавриш Б.М., Дурняк Б.В., Тимченко О.В., Ющик О.В. Відтворення зображень растровими скануючими пристроями / Українська академія друкарства. Навчальний посібник. - Львів. НВЛПТ УАД, 2016р. , 180с.
3. Гавриш Б.М., Ющик О.В. Теорія цифрових зображень: Лабораторний практикум. — Львів: УАД, 2017.— 140 с.
4. Папулис А. Теория систем и преобразований в оптике.—М.: Мир, 1971.
5. Шашлов Б.А. Цвет и цветовоспроизведение. — М.: Книга, 1986.
6. Луизов А.В. Глаз и свет.— Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1983.
7. Луизов А.В. Цвет и свет.— Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1989.
8. О'Нэйл Э. Введение в статистическую оптику. — М.: Мир, 1966.
9. Беллман Р. Введение в теорию матриц. — М.: Наука, 1969.
10. Pavlidis Theo. Grafika i przetwarzanie obrazów. Algorytmy, 1987.
11. Ярославский Л.П. Цифровая обработка сигналов в оптике и голографии: Введение в цифровую оптику, М., Радио и связь, 1987.
12. Зубарев Ю.Б., Глориозов Т.Л. Передача изображений, М., 1989.
13. Залманзон Л.А. Преобразование Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях, М., Наука, 1989.
14. Яншин В.В. Анализ и обработка изображений. Учебное пособие, М., 1995.
15. Катус Г.П. Обработка визуальной информации, М., Машиностроение, 1990, 317 с.
16. Катус Г.П. Восприятие и анализ оптической информации автоматической системой, М., Машиностроение, 1986, 414 с.
17. Шлихт Г.Ю. Цифровая обработка цветных изображений, М., Издательство ЭКОМ, 1997, 336 с.
18. Егорова С.Д., Колесник В.А. Оптико-электронное цифровое преобразование изображений, М., Радио и связь, 1991, 208 с.
19. Кононов В. И. и др. Оптические системы построения изображений / В.И.Кононов, А.Д.Федоровский, Г.П.Дубинский, К., Техніка, 1981, 134 с.
20. Узилевский В.А. Передача, обработка и воспроизведение цветных изображений, М., Радио и связь, 1981, 216 с.

21. Шовгенюк М.В., Білорус В.Г, Миклушка І.З., Дудяк В.О. Ввід і вивід зображень в комп'ютерних видавничих системах. Львів, 1997, 144 с.
22. Гавриш Б. М., Тимченко О. В., Ковальський Б. М. Дослідження методу коригування роздільної здатності зображення для відтворення цифровими вивідними поліграфічними пристроями // Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту : матеріали Міжнародної наукової конференції (с. Залізний Порт, 21–25 травня 2019 р.). – 2019. – С. 174–175.

9.ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0_%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D1%8C
2. http://posibnyky.vntu.edu.ua/k_m/t2/2..htm
3. <http://ukrbooks.org/book4172.html>
4. http://znaimo.com.ua/%D0%9E%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0_%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D1%8C
5. <http://rpp.nashaucheba.ru/docs/index-19896.html>
6. http://www.knigka.org.ua/2007/07/12/cifrovaja_obrabotka_izobrazhenijj.html
7. www.radfiz.org.ua/files/k3/kaf/medu/img/ftp.univ.kiev.../I-01.ppt