Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра біомедичної інженерії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор з науково-педагогічної роботи по організації навчального процесу та його науково-методичного забезпечення

_____ Василевський О. М.

"17" 09 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.8 ОБРОБКА БІОМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ТА РЕКОНСТРУКЦІЯ ОБ`ЄКТІВ

(шифр і назва навчальної дисципліни)

підготовки магістра
(назва рівня вищої освіти)
галузь знань 16 – Хімічна та біоінженерія
(шифр і найменування галузі знань)
спеціальність 163 – Біомедична інженерія
(код і найменування спеціальності)

освітня програма Інтелектуальні штучні імпланти та медичні апарати в біоінженерії

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Розроблено в рамках проекту "Erasmus+ (CBHE) BioArt "Інноваційна мультидисциплінарна освітня програма зі штучних імплантів для біоінженерії для бакалаврів та магістрів"

Developed in the frame of project "Erasmus+ (CBHE) BioArt "Innovative Multidisciplinary Curriculum in Artificial Implants for Bio-Engineering BSc / MSc Degrees" (586114-EPP- 1-2017- 1-ES- EPPKA2-CBHE- JP).

Вінниця – 2020 рік

Робоча програма дисципліни «Обробка біомедичних зображень та реконструкція об`єктів» для здобувачів освітнього ступеня магістра

галузі знань 16 – Хімічна та біоінженерія
спеціальності 163 – Біомедична інженерія

освітня програма Інтелектуальні штучні імпланти та медичні апарати в біоінженерії, 2020. — 14 с.

Розробники: Коваль Л. Г., зав. каф. БМІ, к.т.н., доцент

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри біомедичної інженерії

Протокол від «9» червня 2020 року № 19

Завідувач кафедри БМІ _____ Коваль Л. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною комісією ФІРЕН

Протокол від «10» червня 2020 року № 10

Голова Методичної комісії ФІРЕН _____ проф. Кичак В. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною радою ВНТУ

Протокол від «17» 09 2020 року № 1

Голова _____ проф. Васілевський О. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

© Л.Г. Коваль, 2020 р.

© ВНТУ, 2020 рік

1. **Опис навчальної дисципліни**

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5</td><td>Галузь знань
16 – Хімічна та біоінженерія
(шифр і найменування)</td><td colspan="2">Обов’язкова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 2</td><td rowspan="5">спеціальність 163 – Біомедична інженерія
освітня програма
Інтелектуальні штучні імпланти та медичні апарати в біоінженерії</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>1м</td><td>1м</td></tr>
<tr><td>Індивідуальне науково-дослідне завдання (реферати, розрахункові, графічні, розрахунково-графічні роботи, контрольні роботи, що виконуються під час СРС (домашні контрольні роботи), курсові, дипломні проекти (роботи) та ін. визначаються робочим навчальним планом чи рішенням кафедри) – 45 год.</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин - 150</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 3,5
самостійної роботи студента – 4,83</td><td rowspan="2">Рівень вищої освіти: другий (магістерський)</td><td>27 год.</td><td>9 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td></td><td>9 год.</td><td>4 год.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td></td><td>27 год.</td><td>7 год.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td></td><td>87 год.</td><td>.130 год.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Вид контролю: іспит</td></tr>
</table>

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

для денної форми навчання – 42% / 58 %,
для заочної форми навчання –13% / 87 %

Мова навчання – українська.

2. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна «Обробка біомедичних зображень та реконструкція об`єктів» є однією із профілюючих базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні дисциплін «Вимірювальні методи в медико-технічних системах», та інших базових технічних дисциплін бакалаврату.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета "Обробка біомедичних зображень та реконструкція об`єктів" полягає у навчанні студентів методам і алгоритмам комп'ютерної обробки зображень з метою покращення візуалізації, класифікації, виділення інформації, необхідної для наукової діяльності, основам комп'ютерної графіки, її застосування для наукових потреб. Окрему увагу приділено потребам медичної діагностики на основі обробки інтроскопічних зображень.

Програмні результати вивчення дисципліни

Згідно з **вимогами освітньо-професійної програми здобувачі освіти в результаті вивчення дисципліни здобувають такі результати.**

1. Аналізувати і вирішувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми із застосуванням математичних методів та інформаційних технологій.

2. Розробляти та застосовувати штучні інетелектуальні імпланти, використовуючи інформаційні технології цифрової обробки біомедичних зображень та реконструкції об'єктів, 3D-друку, сучасні біоматеріали та засоби медичної електроніки.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисципліни.

1. Здатність вирішувати комплексні проблеми біомедичної інженерії із застосовуванням методів математики, природничих та інженерних наук.
2. Здатність аналізувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми та здійснювати їх формалізацію для знаходження кількісних рішень із застосуванням сучасних математичних методів та інформаційних технологій.
3. Здатність створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико- технічного призначення.

4. Здатність розробляти технічні завдання на створення, а також моделювати, оцінювати, проектувати та конструювати складні біоінженерні та медико-інженерні системи і технології.
5. Здатність досліджувати біологічні та технічні аспекти функціонування та взаємодії штучних біологічних і біотехнічних систем.
6. Здатність розробляти і проектувати інтелектуальні штучні імпланти для біоінженерії.

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Базові методи роботи з зображеннями

Тема 1. Вступ. Місце зображень в медичній діагностиці (2 год)

Місце візуальної інформації серед усіх видів інформації про зовнішнє середовище, що одержує людина. Паралельність надходження інформації. Основні джерела одержання візуальної інформації в медицині, їх кількісні характеристики. Фотографія, рентгенівська фотографія, флюорографія, магніторезонансна і комп`ютерна томографія, УЗД, термографія. Місце кольорових і "сірих" зображень в медицині. Основні цілі цифрової обробки зображень. Поняття про точкову, локальну і нелокальну обробку зображення.

Тема 2. Комп'ютерне представлення зображення(2 год)

Піксель як елемент плоского дискретного зображення. Глибина пікселя. Воксель. Поняття про текстуру зображення. Текстурне і об'єктне зображення. Співвідношення векторної і растрової графіки. Приклади використання векторної графіки, ГІС, засади їх використання. Основні поняття растрової графіки. Яскравість, контрастність. Передача кольорів, RGB представлення. Передача градацій сірого. Індексоване зображення, палітра, її розмір

Тема 3. Побудова графічних файлів (2 год)

Основні принципи побудови форматів графічних файлів. Заголовок і тіло зображення. Структура форматів BMP, PCX, TIFF, GIF, Поняття про векторні формати. Багатофреймовий файл.

Тема 4. Виведення комп'ютерного зображення (2 год)

Відображення на моніторі. Типи моніторів, перспективи розвитку технологій відображення. Стереоскопія, 3D. Особливості формування зображень в залежності від типу монітору і роздільної здатності розгортки. Потреба препарування для виведення на монітор, та її особливості. Особливості виведення динамічного зображення. Виведення на папір Проблема передачі градацій сірого. Дайзеринг. Співвідношення візуальної якості і роздільної здатності принтера, кількості градацій яскравості, типу матриці дайзерингу, способи растеризації для друку. Особливості для рідних принципів друку. Кольоровий друк використання CMY / CMYK представлення.

Тема 5. Геометричні перетворення зображень (2 год)

Поняття покращення візуалізації, її потреби. Препарування. Втратність обробки. Для чого використовуються точкові перетворення. Група афінних перетворень, їх значення для препарування зображень. Зміна масштабу відображення (ресемплінг). Алгоритмічні особливості дискретного випадку

точкових перетворень. Кратна і некратна зміна масштабу, муар. Трансляція пікселя, білінійна та бікубічна інтерполяція. Корекція проективних спотворень.

Тема 6. Гістограмний підхід аналізу зображень (2 год)

Гістограма зображення, що дає гістограмний підхід. Гістограмні ознаки зображення в градаціях сірого – математичне очікування, дисперсія, асиметрія, коефіцієнт ексцесу, ентропія, їх використання для опису зображень. Математичні визначення яскравості і контрастності. Інші гістограмні ознаки. Алгоритмічні особливості гістограмного підходу.

Корекція гістограми. Завдання передаточної функції як приклад точкової обробки. Сенс зміни яскравості і контрастності для покращення візуальної якості, особливо для підготовки до друку, гама-корекція. Наскрізна передаточна функція. Співвідношення позитива і негатива. Спеціальні методи корекції гістограми – еквалізація, соляризація. Особливості роботи з зображенням з підвищеною глибиною пікселя. Гістограма кольорового зображення. Кольорова корекція. Проблеми правильної кольоропередачі. Баланс білого. Застосування кольорового відображення для візуальної діагностики

Змістовний модуль 2 Ускладнені методи обробки зображень

Тема 7. Фільтрація зображень (3 год)

Розклад сигналів, засади його використання. Аналогія в описі просторових та часових сигналів. Просторовий спектр як двовимірний аналог частотного спектру часових сигналів. Просторова частота. Особливості дискретного випадку. Обмеженість кадру. Фільтрація просторових частот. Співвідношення фільтрації у домені зображення та домені просторових частот. Теорема про згортку. Співвідношення ідеального та реального зображення.

Тема 8. Виділення діагностичної інформації з зображень (2 год)

Загальні відомості про виділення діагностичної інформації з зображень. Об’єктні та текстурні зображення в медицині. Роль візуальної оцінки інформації при медичному дослідженні, зокрема, за допомогою технічних засобів. Використання експертних систем. Сегментація Випадок сегментації багатошарових зображень. Тривимірний випадок. Приклади автоматизованої обробки зображень для діагностики. Задачі хромосомного і клітинного аналізу.

Тема 9. Синтез зображень (2 год)

2D-графіка. Переваги і недоліки растрової графіки перед векторною. Об’єктна побудова складних зображень. Сумісне застосування растрової і векторної графіки. Багатошарові плоскі зображення. Побудова геометричних примітивів. Контур. Задача визначення внутрішньої області. Покращення гладкості косих відрізків. Побудова перерізів. Задача суміщення зображень.

Тема 10. Розпізнавання образів (4 год)

Потреби у системах розпізнавання, експертні системи, комп’ютерний зір. Загальні методичні підходи до побудови систем розпізнавання образів.

Семантичні методи в розпізнаванні образів. Особливості постановки та вирішення задач по розпізнаванню образів для медичних цілей. Використання нейронних мереж. Виділення ознак. Типи ознак.

Тема 11. Структура системи обробки зображень (4 год)

Потреби апаратного забезпечення, обумовленого специфічним математичним апаратом та задачами конкретної системи. Можливості разпаралелення задач та відповідні архітектурні особливості. Особливості побудови програмного забезпечення. Застосування універсального і спеціалізованого програмного забезпечення. Особливості підтримки баз даних, що мають у собі графічні об’єкти. Деякі практичні питання побудови програмного забезпечення для обробки зображень.

5. 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	с.р
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Базові методи роботи з зображеннями												
Тема 1 Вступ. Місце зображень в медичній діагностиці	5	2				3	12	1				7
Тема 2 Комп'ютерне представлення зображення	9	2	1	3		3	13		1	1		7
Тема 3. Побудова графічних файлів	6	2				4	12	1				7
Тема 4. Виведення комп'ютерного зображення	11	2	1	4		4	13	1		1		7
Тема 5 Геометричні перетворення зображень	11	2	1	4		4	14	1	1	1		7
Тема 6 Гістограмний підхід аналізу зображень	6	2				4	12	1				7
Разом за змістовим модулем 1	**48**	**12**	**3**	**11**		**22**	**52**	**5**	**2**	**3**		**42**
Модуль 2												
Змістовий модуль 2. Ускладнені методи обробки зображень												
Тема 7 Фільтрація зображень	13	3	2	4		4	8			1		7
Тема 8 Виділення діагностичної інформації з зображень	12	2	2	4		4	10	1	1	1		7
Тема 9 Синтез зображень	6	2				4	8	1				7
Тема 10 Розпізнавання образів	12	4		4		4	9	1		1		7
Тема 11. Структура системи обробки зображень	14	4	2	4		4	10	1	1	1		7
Разом за змістовим модулем 2	**57**	**15**	**6**	**16**		**20**	**44**	**4**	**2**	**3**		**35**
Курсова робота	45				45		45				45	
Контрольна робота							8				8	
Усього годин	**150**	**27**	**9**	**27**	**45**	**42**	**150**	**9**	**4**	**7**	**53**	**77**

6. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин

7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Фізичні причини неідеальності зображення	1
2	DICOM Viewer. Представлення даних в стандарті DICOM 3.0. Користувальницькі елементи даних. Типи даних.	1
3	Введення зображення до комп'ютера	1
4	Адаптивна фільтрація	2
5	Побудова реалістичних зображень	2
6	Стиснення інформації	2
	Всього	**9**

8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Фотошоп, загашьний опис, робота з фреймграбером	3
2	DICOM Viewer. Особливості візуалізації медичних зображень.	4
3	Візуалізація медичних досліджень.	4
4	Робота з 3D сканером	4
5	Реконструкція та фільтрація об'єкту.	4
6	Побудова 3D зображення	4
7	Синтез імпланту на 3D принтері з побудованого зображення	4
		27

9. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Приклади наукового застосування цифрової обробки зображень	3
2	Психофізична модель зору	3
3	Кольорові моделі, колориметрія	4
4	Формати файлів векторної графіки	4
5	Кольорові моделі CMY/CMYK	4
6	Використанн точкових перетворень в графічному редакторі	4
7	Використання шарів у графічному редакторі	4
8	Інструменти корекції кольору у графічному редакторі	4
9	Приклади використання фільтрації в частотному домені	4
10	Кольорова сегментація. Використання сегментації в графічному редакторі	4
11	Поглиблення вивчення алгоритмів 2D-графіки	4
12	Поглиблене вивчення алгоритмів видалення невидимих поверхонь	4
	Усього	**42**

10. Індивідуальні завдання

Робочим навчальним планом передбачено курсовий проект для студентів денної та заочної форми навчання. Крім того, за рішенням кафедри студенти готують доповіді на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

Згідно робочого навчального плану за індивідуальними завданнями студентами виконується курсова робота, яка присвячена вивченню методів обробки біомедичних зображень. Зміст курсової роботи полягає в розкритті певної теми, вивченні та узагальненні матеріалу літературних джерел, проведення класифікації методів обробки зображень, систем, розробці алгоритмів та функціональних схем, побудова програмних графічних фільтрів. Ілюстративна частина роботи включає структурні, функціональні, програмні засоби, приклади оброблених зображень за допомогою створених та застосованих фільтрів, узагальнюючі таблиці та графіки, що ілюструють роботу розроблених алгоритмів та ПЗ. Теми курсових робіт затверджуються на засіданні кафедри.

На виконання курсової роботи відводиться 45 годин, 1,5 кредити ECTS.

11. Методи навчання

Лекція, проблемна лекція, демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання, лабораторні роботи (під час проведення лабораторних занять використовується відповідне апаратне устаткування розташоване в лабораторіях кафедри), підготовка доповідей науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

12. Засоби діагностування результатів навчання

Поточний контроль, який здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час практичного, лабораторного заняття, тестування, колоквіум, 1 контрольна роботи (для студентів заочної форми навчання), іспит.

13. Розподіл балів, які отримують студенти

Таблиця 13.1 – Вид контролю: іспит

Поточне тестування та самостійна робота											Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Модуль 1					Модуль 2							
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2						26 балів	100
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	Т10	Т11		
37 балів					38 балів							

Т1, Т2 ... Т11 – теми змістових модулів.

Таблиця 13.2 – Оцінювання знань, умінь та навичок студентів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

Вид робіт	Модуль	
	1	2
1. Виконання лабораторних робіт / 1 робота	9 / 3	9 / 3
2. Виконання практичних завдань / 1 завдання	9 / 3	9 / 3
2. Колоквіум	13 / 13	14 / 14
3. Виконання завдань з СРС	5	5
4. Активна робота на лекційних, лабораторних, практичних заняттях	1	1
Всього	37	38

Таблиця 13.3 - За виконання курсової роботи

Пояснювальна записка (оцінюються результати проектування та їх оформлення)	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
40	20	40	100

Таблиця 13.4 – Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	**A**	відмінно
82-89	**B**	добре
74-81	**C**	
64-73	**D**	задовільно
60-63	**E**	
35-59	**FX**	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	**F**	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

14. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

Рівень компетентності	**Національна шкала**	**Шкала ECTS**	**Критерії оцінювання**
IV Високий (творчий) «5»	відмінно	A	Виставляється, якщо при відповіді на питання виявлено всебічні, систематизовані, глибокі знання матеріалу, який виноситься на контроль, уміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, знання основної і додаткової літератури, передбаченої програмою на творчому рівні.

III Достатній (конструк-тивний) «4»	добре «4+»	B	Повні знання з питань і задач, що стоять перед студентом. Уміння викладати основні ідеї. Вміння професійно відстоювати свою точку зору. Припускаються несуттєві неточності у викладенні матеріалу та у відповідях.
	добре «4»	C	Достатньо повні знання з поставлених питань і задач. Вміння викладати основні ідеї. Здатність самостійно застосовувати вивчений матеріал на рівні стандартних ситуацій, наводити окремі власні приклади на підтвердження власних тверджень. Вміння доводити правильність своїх рішень. Несуттєві неточності у відповідях та деякі нераціональності при програмуванні задач.
II Середній (репро-дуктив-ний) «3»	задовільно «3+»	D	Студент може відтворити значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання та розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати матеріал, робити висновки та розробляти програмні блоки. Пояснення неповні, нелаконічні, не завжди точні. Відповіді на питання неповні, містять неточності, при вирішенні задач застосовуються не найраціональніші рішення.
	задовільно «3»	E	Задовільні знання програмного матеріалу на рівні вищому за початковий. Здатність за допомогою викладача логічно відтворювати значну частину матеріалу. При відповіді на запитання виникають труднощі у деяких положеннях, відповіді не повні, програми пишуться нераціонально, не використовуються всі ефективні засоби програмування.
I Низький «2»	«незадо-вільно з можливістю повторного складання»	FX	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обгрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (40-60%), пояснення не до ладу. Самостійно, без допомоги викладача, не може сформувати алгоритм рішення задачі. Програми не раціональні та неефективні, при програмуванні використовуються лише прості конструкції.
	«незадо-вільно з обо-в'язковим повторним вивченням дисципліни»	F	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обгрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (60-100%). Самостійно, без допомоги викладача, не може сформувати алгоритм рішення задачі.

15. Рекомендована література

Базова

1. Абакумов В. Г. Реєстрація, обробка та контроль біомедичних сигналів : навчальний посібник / В. Г. Абакумов, С. М. Злепко, З. Ю. Готра та ін. — Вінниця : ВНТУ, 2011. — 352 с. — ISBN 978-966-641-445-1.

2. Медицинские приборы. Разработка и применение. – М. : Медицинская книга, 2004. – 720 с. – ISBN 5-86093-151-7.
3. Билибин К. И. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры : учебник для вузов / К. И. Билибин, А. И. Власов, Л. В. Журавлёва и др. Под общ. ред. В. А. Шахнова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 528 с. - ISBN 5-7038-1765-X.
4. Кореневский Н. А. Проектирование электронной медицинской аппаратуры для диагностики и лечебных воздействий : монография / Н. А. Кореневский, Е. П. Попечителев, С. А. Филист. – Курск : Курская городская типография, 1999. – 537 с.
5. Гліненко Л. К. Технологія інженерного проектування : Структурний синтез технічних та біотехнічних систем: Навчальний посібник / Л. К. Гліненко, . А. Смердов. – Львів : Вид-во нац. ун-ту "Львівська політехніка", 2004. – 388 с.
6. Методи і засоби для тестування оператора поліграфа : монографія / [С. М. Злепко, С. В. Тимчик, Р. С. Белзецький, Л. Г. Коваль]. — Вінниця : ВНТУ, 2010. — 168 с. — ISBN 978-966-641-370-6.
7. Фрайден Дж. Современные справочники. Справочник / Дж. Фрайден. – М. : Техносфера, 2005. – 592 с.
8. Кожем'яко В. П. Біомедичні оптико-електронні інформаційні системи і апарати [Текст] : навчальний посібник. Ч. 3 : Лазерні біомедичні системи / В. П. Кожем'яко, З. Ю. Готра, С. В. Павлов [та ін.] ; МОН України. – Вінниця : ВДТУ, 2000. – 143 с.
9. Bankman IN (ed). Handbook of Medical Image Processing and Analysis. 2nd ed. New York: Academic Press; 2008. ISBN: 0-123-73904-7
10. Jan J. Medical Image Processing, Reconstruction and Restoration: Concepts and Methods. Boca Raton: CRC Press; 2005. ISBN: 0-824-75849-8
11. Preim B, Bartz D. Visualization in Medicine. Theory, Algorithms, and Applications. Amserdam: Morgan Kaufmann; 2007. ISBN: 978-0-123-70596-9

Допоміжна

1. Медицинская аппаратура. Полный справочник: справочное пособие / Попов С. А., Селезнёва Т. Д,, Имамов М. Ю., Попович С. А. – М.: Изд-во ЭКСМО. Серия «Полный справочник, 2007. – 607 с.
2. ДСТ 22-2193. Електроди для зняття біоелектричних потенціалів. Терміни і визначення. – 2007. – 41 с.
3. Володарський Е. Т. Статистична обробка даних: навч. посібник/ Е. Т.Володарський, Л. О. Кошева. – К.: НАУ, 2008. – 308 с.
4. Илясов Л. В. Биомедицинская измерительная техника: учебн. пособие / Л. В. Илясов – М.: Высшая школа, 2007. – 342 с.
5. Яненко О. П. Метрологія медичної та біологічної апаратури: навч. посібник / Яненко О. П. – Житомир: ЖІТІ, 1998. – 158 с.
6. Алпатов А.П., Прокопчук Ю.А., Костра В.В. Госпитальные информационные системы: архитектура, модели, решения. – Днепропетровск: УГХТУ, 2005. – 257 с.

7. Воронцов И.М., Шаповалов В.В., Шерстюк Ю.М. Создание и применение автоматизированных систем для мониторинга и скринирующей диагностики нарушений здоровья. – Санкт-Петербург: 2006.
8. Дуданов И. П., Романов Ф. А., Гусев А.В. Информационная система в организации работы учреждений здравоохранения: Практическое руководство / И. П. Дуданов, Ф. А. Романов, А. В. Гусев. ПетрГУ - Петрозаводск, Издательство ПетрГУ, 2005 – 238 с.
9. Дюк В., Эммануэль В. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях. СПб.: Питер, 2003. – 528 с.
10. Назаренко Г. И., Гулиев Я. И., Ермаков Д. Е. Медицинские информационные системы: теория и практика. Под редакцией Г. И. Назаренко, Г. С. Осипова. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 320 с.
11. Назаренко Г. И., Михеев А.Е. Больничные информационные системы. Разработка. Внедрение. Эксплуатация / Сер. Информационные системы в медицине. Вып. 4. Под ред. акад. Г.И.Савина. Учеб. пособ. М.: Медицина XXI, 2003. - 320 с.
12. Омельченко В.П., Демидова А.А. Практикум по медицинской информатике. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2001. – 304 с.
13. Под ред.: чл-корр. РАМН Вялкова А.И. и проф. Воробьева П.А. Основы стандартизации в здравоохранении. - М.: НЬЮДИАМЕД, 2002. – 216 с.
14. Медик В.А., Фишман Б.Б., Токмачев М.С. Руководство по статистике в медицине и биологии. В 2-х томах. Т. 1. – М.: Медицина, 2000. – 412 с.
15. Image Processing: Methods and Applications. Berlin: Springer; 2008. ISBN: 1-402-09085-4
16. Umbaugh SE. Computer Imaging: Digital Image Analysis and Processing. Boca Raton: CRC Press; 2005. ISBN: 0-849-32919-1
17. W.Gonzalez, ”Digital Image Processing”, 2 nd Ed.Prentice Hall,Year of Publication,2008:378

Інформаційні ресурси

1. Image Processing Toolbox - Обработка сигналов и изображений. – Режим доступу до ресурсу : http://matlab.exponenta.ru/imageprocess/index.php

This project has been funded with support from the European Commission. This publication / communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.