

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК7 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 1

## ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету  
інформаційно-комп'ютерних  
технологій



08 2023 р.,

протокол № 5

Голова Вченої ради

Тетяна ШКІТЧУК

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Комп'ютерна томографія»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 163 «Біомедична інженерія»  
освітньо-професійна програма «Біомедична інженерія»  
факультет інформаційно-комп'ютерних технологій  
кафедра комп'ютерних технологій у медицині та телекомунікаціях

Схвалено на засіданні кафедри  
комп'ютерних технологій  
у медицині та телекомунікаціях  
28 08 2023 р.,  
протокол № 7

В. о. завідувача кафедри  
Владислав ЧУХОВ

Гарант освітньо-професійної  
програми  
Оксана КОРЕНІВСЬКА

Розробники: к.т.н., доц. КОЛОМІЄЦЬ Роман, к.т.н., в.о. завідувача кафедри  
комп'ютерних технологій у медицині та телекомунікаціях ЧУХОВ Владислав

Житомир  
2023 – 2024 н. р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК7 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 2

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 5	Галузь знань 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія»	нормативна	
Модулів – 1	Спеціальність 163 «Біомедична інженерія»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		1	–
Загальна кількість годин - 150		Семестр	
		2	–
Тижневих годин для денної форми навчання: Аудиторних 4 самостійної роботи – 5,4	Освітній ступінь «магістр»	Лекції	
		32 год.	0 год.
		Практичні	
		32 год.	0 год.
		Лабораторні	
		0 год.	0 год.
		Самостійна робота	
86 год.	0 год.		
Вид контролю: екзамен			

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

для денної форми навчання – 43 % аудиторних занять, 57 % самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК7 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 3

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою навчальної дисципліни** є вивчення принципів побудови та функціонування медичних томографів.

**Завданнями вивчення навчальної дисципліни** є отримання знань щодо:

- проектування, конструювання, вдосконалення та застосування медико-технічних та біоінженерних виробів, приладів, апаратів і систем з дотриманням технічних вимог, а також супроводжувати їх експлуатацію;
- створення і вдосконалення засобів, методів та технологій біомедичної інженерії для всебічного дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення;
- розробки, планування, виконання та обґрунтування інноваційних проектів біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення з урахуванням інженерних, медичних, правових, економічних, екологічних та соціальних аспектів, здійснювати їх інформаційне та методичне забезпечення.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування таких **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 163 «Біомедична інженерія»:

**СК3.** Здатність аналізувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми та здійснювати їх формалізацію для знаходження кількісних рішень із застосуванням сучасних математичних методів та інформаційних технологій.

**СК4.** Здатність створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення.

**СК5.** Здатність розробляти технічні завдання на створення, а також моделювати, оцінювати, проектувати та конструювати складні біоінженерні та медико-інженерні системи і технології.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія»:

**ПРН1.** Проектувати, конструювати вдосконалювати та застосовувати медико-технічні та біоінженерні вироби, прилади, апарати і системи з дотриманням технічних вимог, а також супроводжувати їх експлуатацію.

**ПРН2.** Аналізувати і вирішувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми із застосуванням математичних методів та інформаційних технологій.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК7 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 4

**ПРНЗ.** Створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для всебічного дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Змістовий модуль 1. Рентгенівська томографія

##### Тема 1. Основні поняття комп'ютерної томографії

Загальна характеристика дисципліни. Історія розвитку томографії. Перспективи розвитку томографії.

Класифікація томографічних методів і томографів. Клінічне використання комп'ютерної (обчислювальної) томографії. Принципи отримання зображення в комп'ютерній томографії. Суть зворотних прикладних задач.

##### Тема 2. Рентгенівська томографія

Принципи отримання зображення в рентгенівській томографії. Структурна схема типового рентгенівського томографа. Закон Бера, перетворення Радона, задача реконструкції рентгенівського зображення.

Покоління рентгенівських томографів. Шкали томографічних зображень.

Інтегральне рівняння Фредгольма першого роду відносно щільності та способи його розв'язку. Метод регуляризації Тихонова. Зменшення впливу апаратних спотворень, особливості візуалізації функції щільності на дисплеї. Технічні засоби рентгенівської томографії.

#### Змістовий модуль 2. Магніторезонансна томографія

##### Тема 3. Магніторезонансна томографія

Фізичні основи магніторезонансної томографії (МРТ), клінічне застосування МРТ. Рівняння Лармора, рівняння Блоха.

Гradientні поля. Реконструкція МРТ-зображень. Вплив неоднорідності полів на роздільну здатність томограм, математичне врахування неоднорідностей полів. Вимірювання часу поздовжньої та поперечної релаксації.

#### Змістовий модуль 3. Емісійна томографія

##### Тема 4. Емісійна томографія

Фізичні основи емісійної томографії та отримання проєкційного зображення в емісійній томографії. Коліматори емісійних томографів. Математична модель процесів збирання інформації в емісійній томографії.

Поздовжні та поперечні томограми, постановка основної задачі емісійної томографії. Однофотонна емісійна томографія. Позитронна емісійна томографія.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК7 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 5

## **Змістовий модуль 4. Основи формування та обробки томографічних зображень**

### **Тема 5. Математичні основи формування та обробки томографічних зображень**

Теорема про центральний переріз. Метод Фур'є-синтезу. Метод зворотної проєкції. Інтегральні рівняння та інтегральні перетворення.

Коректність та некоректність за Адамаром. Класичні методи розв'язку інтегральних рівнянь Фредгольма. Способи вибору параметра регуляризації в методі регуляризації Тихонова.

### **Тема 6. Застосування цифрової обробки сигналів у комп'ютерній томографії**

Особливості спектрів двовимірних дискретизованих сигналів. Принципи цифрової фільтрації. Дискретне перетворення Фур'є: визначення, властивості.

Застосування методу  $z$ -перетворення для аналізу дискретних сигналів і кіл.  $z$ -перетворення передатних функцій дискретних кіл. Приклади цифрових фільтрів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК7 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 6

#### 4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин			
	денна форма			
	усього	лекції	практичні	самостійна робота
<b>Модуль 1</b>				
<b>Змістовий модуль 1. Рентгенівська томографія</b>				
Тема 1. Основні поняття комп'ютерної томографії	12	2	4	6
Тема 2. Рентгенівська томографія	33	6	6	21
<i>Разом за змістовий модуль 1</i>	<b>45</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>27</b>
<b>Модуль 2</b>				
<b>Змістовий модуль 2. Магніторезонансна томографія</b>				
Тема 3. Магніторезонансна томографія	41	8	18	15
<i>Разом за змістовий модуль 2</i>	<b>41</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>15</b>
<b>Модуль 3</b>				
<b>Змістовий модуль 3. Емісійна томографія</b>				
Тема 4. Емісійна томографія	24	4	4	16
<i>Разом за змістовий модуль 3</i>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>16</b>
<b>Модуль 4</b>				
<b>Змістовий модуль 4. Основи формування та обробки томографічних зображень</b>				
Тема 5. Математичні основи формування та обробки томографічних зображень	16	4	0	12
Тема 6. Застосування цифрової обробки сигналів у комп'ютерній томографії	24	8	0	16
<i>Разом за змістовий модуль 4</i>	<b>40</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>28</b>
<b>ВСЬОГО</b>	<b>150</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>86</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК7 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 7

## 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна форма
1	Контроль допусків номіналів деталей (частина 1)	2
2	Контроль допусків номіналів деталей (частина 2)	2
3	Порівняльний аналіз КТ томографів різних модельних груп (частина 1)	2
4	Порівняльний аналіз КТ томографів різних модельних груп (частина 2)	2
5	Особливості сканерів КТ	2
6	Атенюатори (частина 1)	2
7	Атенюатори (частина 2)	2
8	Підсилювачі з регульованим коефіцієнтом підсилення (частина 1)	2
9	Підсилювачі з регульованим коефіцієнтом підсилення (частина 2)	2
10	Особливості відображення томограм на моніторах	2
11	Порівняльний аналіз апаратів МРТ	2
12	Розрахунок основних параметрів РЧ котушок апаратів МРТ	2
13	Особливості сканерів МРТ	2
14	Синтез частотних фільтрів приймально-передавального тракту апарату МРТ	2
15	Двопорогові селектори імпульсів (частина 1)	2
16	Двопорогові селектори імпульсів (частина 2)	2
РАЗОМ		32

## 6. Завдання для самостійної роботи

### Тема 1. Основні поняття комп'ютерної томографії

1. Опрацювання лекційного матеріалу.

### Тема 2. Рентгенівська томографія

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Питання для самостійного вивчення у темі 2: Зв'язок основного рівняння комп'ютерної томографії з інтегральною геометрією Радона [1]. Некоректність задачі розв'язку основного рівняння комп'ютерної томографії [1]
3. Підготовка до практичних занять №1 – 4.
4. Підготовка до КМР №1.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК7 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 8

### **Тема 3. Магніторезонансна томографія**

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Питання для самостійного вивчення у темі 3: Фізика спіна [2]. Синтез магнітного поля на вісі котушки ЯМР-томографа [2].
3. Підготовка до практичних занять №5 – 8.
4. Підготовка до КМР №2.

### **Тема 4. Емісійна томографія**

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Питання для самостійного вивчення у темі 4: Принципи отримання томограм при модуляції випромінювання [3]. Гамма-камери з зонною пластинкою Френеля [3].
3. Підготовка до практичних занять №9 – 12.
4. Підготовка до КМР №3.

### **Тема 5. Математичні основи формування та обробки томографічних зображень**

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Питання для самостійного вивчення у темі 5: Двовимірні схеми дискретизації [4, 5]. Алгоритм згортки та зворотної проекції [4, 5].

### **Тема 6. Застосування цифрової обробки сигналів у комп'ютерній томографії**

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Питання для самостійного вивчення у темі 6: Дискретне перетворення Фур'є дискретизованого, обмеженого в часі сигналу. Дискретне перетворення Фур'є дискретизованого, необмеженого в часі сигналу [4, 5].
3. Підготовка до практичних занять №13 – 16.
4. Підготовка до КМР №4.

## **7. Індивідуальні завдання**

Індивідуальні завдання для самостійної роботи студентів не передбачено навчальним планом.

## **8. Методи навчання**

Методами навчання під час викладання дисципліни є: вербальні (лекція, пояснення, розповідь, бесіда); наочні (спостереження, ілюстрація, демонстрація); практичні (різні види вправ та завдань, виконання розрахунків, практики); дослідницькі (на базі реального обладнання та за допомогою програм моделювання); пояснювально-ілюстративний, дискусійний метод.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК7 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 9

## 9. Методи контролю

Під час вивчення дисципліни застосовуються поточний, модульний контроль і підсумковий контроль знань студентів. Останній здійснюється у формі екзамену.

Об'єктом оцінювання знань студентів є програмний матеріал дисципліни різного характеру і рівня складності, засвоєння якого відповідно перевіряється під час поточного контролю і на екзамені. Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою.

*1. Поточний контроль.* В процесі поточного контролю здійснюється перевірка запам'ятовування та розуміння програмного матеріалу, набуття вміння і навичок конкретних розрахунків та обґрунтувань.

Об'єктами поточного контролю знань студента є:

- 1) систематичність та активність роботи на практичних заняттях;
- 2) виконання завдань для самостійного опрацювання;
- 3) виконання модульної роботи (контрольних занять);
- 4) завдання на практичні заняття.

При контролі систематичності та активності роботи на лекційних заняттях оцінці підлягають: рівень знань продемонстрований в письмових та усних відповідях на практичних заняттях, результати контролю.

При контролі виконання завдань для самостійного опрацювання оцінці підлягають: самостійне опрацювання тем в цілому чи окремих питань, проведення контрольних робіт.

При виконанні модульних (контрольних) завдань оцінці підлягають: тести, виконання письмових завдань під час проведення контрольних робіт, інші завдання.

### *2. Система підсумкового контролю*

Формою підсумкового контролю з дисципліни є екзамен. Екзамен проводиться у письмовій формі. Студент має право отримати оцінку за результатами модульного контролю, якщо він виконав всі види навчальної роботи без порушення встановлених термінів і отримав позитивну (за національною шкалою) підсумкову оцінку.

Якщо студент отримав незадовільну оцінку або не згоден з оцінкою за результатами модульного контролю, він повинен скласти екзамен через тести.

### *3. Перелік екзаменаційних завдань*

Теоретичні питання добираються з тематичного плану дисципліни, лекційного матеріалу, переліку питань для самостійного вивчення дисципліни, питань самостійної роботи студентів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК7 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 10

## 10. Розподіл балів

Поточне тестування та самостійна робота						Сума
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3	Змістовий модуль 4		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	100
13	12	25	25	12	13	

## Шкала оцінювання

За шкалою	Екзамен	Бали
A	Відмінно	90-100
B	Добре	82-89
C		74-81
D	Задовільно	64-73
E		60-63
FX	Незадовільно	35-59
F		0-34

## 11. Рекомендована література

### Основна література

1. Willi A. Kalender Computed tomography: fundamentals, systems technology, image quality, applications – Publicis, 2005 – 304 p.
2. Joseph P. Hornak The Basics of MRI – Rochester, 2000.
3. Туманська, Н. В. Методи променевої діагностики : навчальний посібник для студентів / уклад. Н. В. Туманська, К. С. Барська, І. П. Джос – Запоріжжя : Запорізький державний медичний університет, 2016. – 92 с.
4. Яворський Б. І. Методи та засоби комп'ютерної реконструктивної томографії: Навчальний посібник / Б. І. Яворський, Т. М. Рафа. – Тернопіль: ТНТУ, 2010. – 107 с
5. Бабак В. П., Хандецький В. С., Шрюфер Е. Обробка сигналів. – К.: Либідь, 1996. – 392 с.

### Допоміжна література

1. Ковальський О. В. Радіологія. Променева терапія. Променева діагностика / О. В. Ковальський, Д. С. Мечев, В. П. Данилевич. – Вид. 2-ге. – Вінниця : Нова книга, 2017. – 512 с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.2/М/ОК7 -2023
	Екземпляр № 1	Арк 11 / 11

## 12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. [www.moz.gov.ua](http://www.moz.gov.ua) – Міністерство охорони здоров'я України.
2. [www.medforum.in.ua](http://www.medforum.in.ua) – Міжнародний медичний форум.
3. [www.lmt.kiev.ua](http://www.lmt.kiev.ua) – Лабораторія маркетингових технологій.
4. [www.omdc.zhitomir.ua](http://www.omdc.zhitomir.ua) – Житомирський обласний медичний консультативно-діагностичний центр.
5. [www.asklepiy.com](http://www.asklepiy.com) – медичний центр «Асклепій»
6. [www.nbuv.gov.ua](http://www.nbuv.gov.ua) – Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського.
7. [www.lib.zt.ua](http://www.lib.zt.ua) – Житомирська обласна універсальна наукова бібліотека ім. Олега Ольжича.
8. [www.lib.ztu.edu.ua](http://www.lib.ztu.edu.ua) – бібліотека Житомирського державного технологічного університету.
9. <http://www.biomedical.gov.al/lit/d.pdf> – The Radiology Handbook
10. [https://afsmt.com.ua/product\\_cat/computed-tomography/](https://afsmt.com.ua/product_cat/computed-tomography/) – Комп'ютерні томографи (ТОВ «АФС Медичинтехнік»)
11. [https://afsmt.com.ua/product\\_cat/magnitno-rezonansni-tomografi/](https://afsmt.com.ua/product_cat/magnitno-rezonansni-tomografi/) – Магніто-резонансні томографи (ТОВ «АФС Медичинтехнік»)
12. <https://www.canon-medical.com.ua> – українське представництво Canon Medical Systems Corporation
13. <https://goodmedika.com.ua/> – компанія GOODMEDIKA
14. <https://r-med.com.ua/> – компанія RadioMed
15. <https://harwind.com.ua/catalog/aparaty-kt> – апарати КТ (компанія HardWind)