

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/163.00.1/М/ОК7- 2023
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28 / 1</i>

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від «29» червня 2023 р.
№9

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для самостійної роботи з навчальної дисципліни **«КОМП'ЮТЕРНА ТОМОГРАФІЯ»**

для студентів освітнього ступеня «магістр»
денної форми навчання
спеціальності 163 «Біомедична інженерія»
освітньо-професійна програма «Біомедична інженерія»
факультет інформаційно-комп'ютерних технологій
кафедра комп'ютерних технологій у медицині та телекомунікаціях

Розглянуто і рекомендовано
на засіданні кафедри
комп'ютерних технологій
у медицині та телекомунікаціях
протокол від «11» травня 2023 р. №3

Розробник к.т.н., доц. ЧУХОВ В. В.
к.т.н., доц. Коломієць Р. О.

Житомир
2023 р.

Чухов В. В. Методичні рекомендації для самостійної роботи з навчальної дисципліни «Комп'ютерна томографія» для здобувачів вищої освіти освітнього супеня «магістр» спеціальності 163 «Біомедична інженерія» // В. В. Чухов., Р. О. Коломієць – Житомир: Житомирська політехніка, 2023.– 28 с.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою дисципліни «Комп'ютерна томографія» є вивчення принципів побудови та функціонування медичних томографів.

Завданнями вивчення дисципліни «Комп'ютерна томографія» 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 І63 «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.

ПРН3. Створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для всебічного дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення.

2. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

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 апаратурних спотворень, особливості візуалізації функції щільності на дисплеї. Технічні засоби рентгенівської томографії.

Модуль 2

Тема 3. Магніторезонансна томографія.

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

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

Модуль 3

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.

Модуль 3

Тема 5. Математичні основи формування та обробки томографічних зображень.

Теорема про центральний переріз. Метод Фур'є-синтезу. Метод зворотної проекції. 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.

Модуль 4

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.

3. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин			
	денна форма			
	усього	лекції	практичні	самостійна робота
Модуль 1				
Змістовий модуль 1. Рентгенівська томографія				
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>	45	8	10	27
Модуль 2				
Змістовий модуль 2. Магніторезонансна томографія				
Тема 3. Магніторезонансна томографія	41	8	18	15
<i>Разом за змістовий модуль 2</i>	41	8	18	15
Модуль 3				
Змістовий модуль 3. Емісійна томографія				
Тема 4. Емісійна томографія	24	4	4	16
<i>Разом за змістовий модуль 3</i>	24	4	4	16
Модуль 4				
Змістовий модуль 4. Основи формування та обробки томографічних зображень				
Тема 5. Математичні основи формування та	16	4	0	12

обробки томографічних зображень				
Тема 6. Застосування цифрової обробки сигналів у комп'ютерній томографії	24	8	0	16
<i>Разом за змістовий модуль 4</i>	<i>40</i>	<i>12</i>	<i>0</i>	<i>28</i>
ВСЬОГО	<i>150</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>86</i>

4. Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість годин
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	Двупорогові селектори імпульсів (частина 1)	2
16	Двупорогові селектори імпульсів (частина 2)	2
Разом		32

5. 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.

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 проєкції [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.

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 заліку. 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, набуття навичок практичної роботи з вимірювальними приладами.

Об'єктами поточного контролю знань студента є:

1) систематичність та активність роботи на лабораторних 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 лабораторних 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 залікових завдань

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

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
15	16	23	23	11	12	

Шкала оцінювання

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

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.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. www.moz.gov.ua – Міністерство охорони здоров'я України.
2. www.medforum.in.ua – Міжнародний медичний форум.
3. www.lmt.kiev.ua – Лабораторія маркетингових технологій.
4. www.omdc.zhitomir.ua – Житомирський обласний медичний консультативно-діагностичний центр.
5. www.asklepiy.com – медичний центр «Асклепій»
6. www.nbu.gov.ua – Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського.
7. www.lib.zt.ua – Житомирська обласна універсальна наукова бібліотека ім. Олега Ольжича.
8. 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/ – Комп'ютерні томографи (ТОВ «АФС Медичинтехнік»)
11. 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)

**Тестові питання для самоконтролю
(правильні відповіді виділено кольором)**

№	Питання	Варіанти відповіді
	Основні поняття комп'ютерної томографії	
1	У перекладі термін „томографія” означає:	А) „пишу по проекціях”; Б) „пишу по перерізах”; В) „пишу по деталях”; Г) „пишу по вузлах”; Д) „пишу все”.
2	Якщо джерело випромінювання розташовано поза об'єктом, а потік випромінювання перетинає об'єкт – це:	А) трансмісійна томографія; Б) емісійна томографія; В) радіоізотопна томографія; Г) імпедансна томографія; Д) трансімпедансна томографія.
3	Якщо джерело випромінювання розташовано всередині досліджуваного об'єкта, то це:	А) трансмісійна томографія; Б) емісійна томографія; В) радіоізотопна томографія; Г) імпедансна томографія; Д) трансімпедансна томографія.
4	Якщо томограф вимірює послаблення випромінювання, порівнюючи кількість фотонів на вході та виході об'єкта, то це:	А) рентгенівська томографія; Б) магніторезонансна томографія; В) ультразвукова томографія; Г) сейсмічна томографія; Д) оптична томографія.
5	Якщо томограф фіксує ядерний магнітний резонанс, а енергію, яка випромінюється при цьому, реєструє чутливим приймачем, що служить основою для формування проекційних даних, то це:	А) рентгенівська томографія; Б) магніторезонансна томографія; В) ультразвукова томографія; Г) сейсмічна томографія; Д) оптична томографія.
6	Певна частина повного діапазону значень	А) вікно; Б) чутливість вікна;

	коефіцієнта послаблення, який відповідає перепаду значень яскравості екрану від білого до чорного – це:	В) ширина вікна; Г) висота вікна; Д) положення вікна (центр вікна).
7	Значення різниці найбільшого та найменшого коефіцієнтів послаблення, яка відповідає вказаному перепаду яскравості – це:	А) вікно; Б) чутливість вікна; В) ширина вікна; Г) висота вікна; Д) положення вікна (центр вікна).
8	Значення коефіцієнта послаблення, яке відповідає середині вікна і яке вибирається з умови найкращого спостереження густин деякої групи тканин – це:	А) вікно; Б) чутливість вікна; В) ширина вікна; Г) висота вікна; Д) положення вікна (центр вікна).
9	Кількісне визначення густини тканини на знімку, розрізнованість просторових структур, якщо вони мають різну густину є перевагами	А) рентгенографії; Б) томографії; В) міографії; Г) електрокардіографії; Д) фонокардіографії.
10	Якщо за виміряним вихідним сигналом (процесом) f та відомою апаратною функцією A потрібно визначити вхідний сигнал (процес) u шляхом розв'язання операторного рівняння $Au = f$ – це:	А) задача Коші; Б) пряма прикладна задача; В) зворотна прикладна задача; Г) задача Лагранжа; Д) задача Бесселя.
11	Якщо за виміряним вхідним сигналом (процесом) u та відомою апаратною функцією A потрібно визначити вихідний сигнал (процес) f шляхом	А) задача Коші; Б) пряма прикладна задача; В) зворотна прикладна задача; Г) задача Лагранжа; Д) задача Бесселя.

	розв'язання операторного рівняння $Au = f$ – це:	
12	У томографії, суть, розв'язують:	А) задачу Коші; Б) пряму прикладну задачу; В) зворотну прикладну задачу; Г) задачу Лагранжа; Д) задачу Бесселя
13	Розв'язання зворотної прикладної задачі у томографії ще називають:	А) приведення входу до виходу; Б) приведення виходу до входу; В) проявленням зображення; Г) реконструкцією зображення; Д) закріпленням зображення.
	Рентгенівська томографія	
14	Зробити серію знімків під різними ракурсами та визначити за ними шляхом математичної обробки густини у ряді перерізів – це суть	А) емісійної томографії; Б) магніторезонансної томографії; В) рентгенівської томографії; Г) електрокардіографії; Д) фонокардіографії.
15	Формування колімованого пучка Х-випромінювання, сканування об'єкта цим пучком, вимірювання випромінювання за цим об'єктом – це операції виконують у	А) емісійній томографії; Б) магніторезонансній томографії; В) рентгенівській томографії; Г) електрокардіографії; Д) фонокардіографії.
16	Яку з цих операцій не виконують у рентгенівській томографії?	А) формування колімованого пучка Х-випромінювання; Б) сканування об'єкта колімованим пучком Х-випромінювання; В) вимірювання випромінювання за досліджуваним об'єктом; Г) логарифмування вихідних сигналів детекторів; Д) визначення рівня луна-сигналу.

17	Група пристроїв для укладання, іммобілізації та переміщення пацієнта є складовою частиною	А) електрокардіографа; Б) магніторезонансного томографа; В) рентгенівського томографа; Г) варіанти Б та В; Д) фонокардіографа.
18	У рентгенівській томографії закон Бера пов'язує інтенсивність Х-випромінювання, прийнятого детектором, з:	А) інтенсивністю Х-випромінювання випромінюючої трубки; Б) густиною речовини на промені-прямій; В) варіанти А та Б; Г) анодною напругою випромінюючої трубки; Д) анодним струмом випромінюючої трубки.
19	Відношення $I(l, \theta)/I_0(l, \theta)$ у законі Бера називають	А) прозорість; Б) поглинання; В) відбиття; Г) передача; Д) щільність.
20	Функцію $q(l, \theta) = -\ln I(l, \theta)/I_0(l, \theta)$ називають	А) прозорість; Б) поглинання; В) відбиття; Г) передача; Д) щільність.
21	Якщо середовище прозоре, то значення функції поглинання дорівнює:	А) ∞ ; Б) 5; В) 2; Г) 1; Д) 0.
22	Якщо середовище абсолютно непрозоре, то значення функції поглинання дорівнює:	А) ∞; Б) 5; В) 2; Г) 1; Д) 0.
23	Одна рухома	А) 1-го покоління;

	гостроспрямована рентгенівська трубка та один детектор, які синхронно переміщуються уздовж рами та працюють в імпульсному режимі – така будова скануючої системи рентгенівського томографа:	Б) 2-го покоління; В) 3-го покоління; Г) 4-го покоління; Д) 5-го покоління.
24	<i>N</i> рухомих гостроспрямованих рентгенівських трубок та <i>N</i> детектор, які працюють у неперервному режимі – така будова скануючої системи рентгенівського томографа:	А) 1-го покоління; Б) 2-го покоління; В) 3-го покоління; Г) 4-го покоління; Д) 5-го покоління.
25	Одна рухома рентгенівська трубка, яка створює віялоподібний промінь, що приймається детекторами, розташованими на рухомій дузі – така будова скануючої системи рентгенівського томографа	А) 1-го покоління; Б) 2-го покоління; В) 3-го покоління; Г) 4-го покоління; Д) 5-го покоління.
26	Одна рухома рентгенівська трубка, яка створює віялоподібний промінь, що приймається детекторами розташованими на нерухомому колі – така будова скануючої системи рентгенівського томографа	А) 1-го покоління; Б) 2-го покоління; В) 3-го покоління; Г) 4-го покоління; Д) 5-го покоління.
27	Одна нерухома рентгенівська трубка, яка створює віялоподібний промінь, що приймається детекторами розташованими на нерухомому колі – така	А) 1-го покоління; Б) 2-го покоління; В) 3-го покоління; Г) 4-го покоління; Д) 5-го покоління.

	будова скануючої системи рентгенівського томографа	
28	Шкала значень коефіцієнта послаблення рентгенівських томографів містить	А) 100 значень; Б) 500 значень; В) 1000 значень; Г) 1500 значень; Д) 2000 значень.
29	За кінець шкали значень коефіцієнта послаблення рентгенівських томографів зі значенням мінус 1000 вибирається послаблення:	А) у повітрі; Б) у воді; В) у кістках; Г) у крові; Д) у легенях.
30	За кінець шкали значень коефіцієнта послаблення рентгенівських томографів зі значенням плюс 1000 вибирається послаблення:	А) у повітрі; Б) у воді; В) у кістках; Г) у крові; Д) у легенях.
31	Нульове значення коефіцієнта послаблення рентгенівських томографів вибирається:	А) у повітрі; Б) у воді; В) у кістках; Г) у крові; Д) у легенях.
32	Рівень Х-випромінювання за законом Бера змінюється:	А) за законом синуса; Б) за законом логарифма; В) за законом косинуса; Г) за законом експоненти; Д) за законом тангенса.
33	В інтегральному рівнянні відому підінтегральну функцію називають:	А) ядро; Б) спектр; В) мантія; Г) проекція; Д) згортка.
34	Усікання частот при розв'язанні інтегрального Фредгольма у рентгенівській томографії методом перетворення Фур'є:	А) збільшує нестійкість розв'язку; Б) зменшує нестійкість розв'язку; В) не змінює нестійкість розв'язку;

		Г) робить розв'язок стійким; Д) робить розв'язок нестійким.
35	Для отримання високої роздільної здатності томограми:	А) потрібно повністю подавляти низькі частоти; Б) потрібно повністю подавляти високі частоти; В) потрібно помірно подавляти високі частоти; Г) потрібно помірно подавляти низькі частоти; Д) кількість частот не потрібно змінювати.
36	Для зменшення конструктивного ефекту взаємного впливу детекторів потрібно:	А) збільшувати їхню кількість на одиницю довжини; Б) зменшувати їхню кількість на одиницю довжини; В) розширювати діаграму напрямленості детектора; Г) звужувати діаграму напрямленості детектора; Д) варіанти Б та Г.
37	Збільшення кількості детекторів на одиницю довжини у рентгенівському томографі:	А) не впливає на роздільну здатність томограми; Б) погіршує роздільну здатність томограми; В) зменшує конструктивний ефект взаємного впливу детекторів; Г) варіанти Б та В; Д) покращує роздільну здатність томограми.
38	Зменшення кількості детекторів на одиницю довжини у рентгенівському томографі:	А) не впливає на роздільну здатність томограми; Б) погіршує роздільну здатність томограми; В) зменшує конструктивний ефект взаємного впливу

		детекторів; Г) варіанти Б та В; Д) покращує роздільну здатність томограми.
39	Реальний дисплей відображає великі яскравості:	А) без змін; Б) із завищенням; В) із заниженням; Г) покращеними; Д) погіршеними.
40	Способи зменшення відмінностей між ідеальною та реальною яскравісними характеристиками – це:	А) використання дисплеїв з великим діапазоном яскравостей та великим набором градацій; Б) математично; В) варіанти А та Б; Г) використання чорно-білих дисплеїв; Д) використання кольорових дисплеїв.
41	Причиною значно вищих вимог до пристроїв живлення рентгенівських томографів, порівняно з рентгенографічними апаратами є:	А) потреба у мінімальній стабілізації спектра Х-випромінювання; Б) потреба у максимальній стабілізації спектра Х-випромінювання; В) можливості сучасної елементної бази; Г) потреба у максимізації габаритів таких пристроїв живлення; Д) ціна томографа.
42	Якщо детектор Х-випромінювання перетворює таке випромінювання безпосередньо в електричний сигнал, то це:	А) однорідний детектор; Б) комбінований детектор; В) фотоелектронний детектор; Г) оптичний детектор; Д) механічний детектор.
	Магніто-резонансна томографія	

43	Рух магнітного моменту спіна протона у постійному магнітному полі описують:	А) рівнянням Лармора; Б) рівнянням Бесселя; В) рівнянням Бера; Г) рівнянням Максвелла; Д) рівнянням Гауса.
44	У виразі для гіромагнітного відношення $\gamma = \frac{e}{2m}$ величини e та m – це:	А) заряд і маса електрона; Б) заряд і маса протона; В) заряд і маса нейтрона; Г) заряд і маса ядра; Д) заряд і маса атома.
45	У виразі для частоти ларморової прецесії $\omega_0 = \gamma H_0$ величина H_0 – це:	А) напруженість постійного електричного поля; Б) електрична індукція; В) напруженість постійного магнітного поля; Г) магнітна індукція; Д) струм провідності.
46	Символом T_1 у магніто-резонансній томографії позначають релаксацію:	А) діагональну; Б) спін-спінову (поперечну); В) спін-решітчасту (поздовжню); Г) периметрову; Д) площинну.
47	Символом T_2 у магніто-резонансній томографії позначають релаксацію:	А) діагональну; Б) спін-спінову (поперечну); В) спін-решітчасту (поздовжню); Г) периметрову; Д) площинну.
48	Ансамбль протонів випромінює луна-сигнал при:	А) наявності поздовжньої компоненти намагніченості; Б) наявності поперечної компоненти намагніченості; В) наявності поздовжньої та поперечної компонент намагніченості; Г) відсутності поперечної компоненти намагніченості; Д) відсутності поздовжньої та

		поперечної намагніченості.	компонент
49	Під яким кутом до зовнішнього підмагнічуючого поля створюють $\pi/2$ -імпульс Карра-Парсела?	А) 0 градусів; Б) 15 градусів; В) 30 градусів; Г) 45 градусів; Д) 90 градусів.	
50	Під яким кутом до зовнішнього підмагнічуючого поля створюють π -імпульс Карра-Парсела?	А) 180 градусів; Б) 90 градусів; В) 45 градусів; Г) 30 градусів; Д) 15 градусів.	
51	Протони якого хімічного елемента примушують резонувати при магніто-резонансній томографії?	А) вуглецю; Б) кисню; В) водню; Г) фосфору; Д) кальцію.	
52	Луна-сигнал несе інформацію про:	А) густину речовини; Б) тип речовини; В) фазовий стан речовини; Г) тривалість томографічного експерименту; Д) варіанти А, Б та В.	
53	Гradientні поля дозволяють:	А) визначити фазовий стан речовини; Б) визначити тип речовини; В) визначити густину речовини; Г) усунути розфазування спінів протонів; Д) відокремити перерізи один від одного.	
54	Точку простору у магніто-резонансній томографії кодують у:	А) частоту; Б) фазу; В) частоту та (або) фазу; Г) амплітуду; Д) тривалість імпульса.	
55	Зменшення неоднорідності	А) не впливає на роздільну	

	статичного поляризуючого поля:	здатність томограми; Б) погіршує роздільну здатність томограми; В) покращує роздільну здатність томограми; Г) зменшує тривалість томографічного експерименту; Д) вимагає заміни градієнтних котушок.
	Емісійна томографія	
56	Вимірювання випромінювань з тіла пацієнта, обумовлених радіоактивним розпадом – це принцип:	А) магніто-резонансної томографії; Б) рентгенівської томографії; В) емісійної томографії; Г) ультразвукової томографії; Д) імпедансної томографії.
57	Самодовільне перетворення ізотопів однієї речовини в ізотопи цієї ж або іншої речовини, яке супроводжується випромінюванням – це	А) радіопасивність; Б) радіоактивність; В) сцинтиляція; Г) резонанс; Д) поглинання.
58	Який з наведених пунктів не стосується вимог до радіофармпрепаратів (РФП) емісійної томографії?	А) РФП повинен мати період напіврозпаду, достатній для проведення діагностики; Б) розпад РФП повинен супроводжуватись випромінюванням γ -квантів; В) енергія γ -квантів має бути достатньою для діагностики; Г) розпад РФП не повинен супроводжуватись випромінюванням γ -квантів; Д) РФП повинен мати ефективний період напіврозпаду, достатній для проведення діагностики.

59	Який коліматор містить лише один отвір?	<p>A) пінхол;</p> <p>Б) коліматор з паралельними каналами;</p> <p>В) фокуруючий коліматор;</p> <p>Г) дивергентний коліматор;</p> <p>Д) будь-який тип коліматора підійде.</p>
60	Якщо при розпаді радіофармпрепарату випромінюється один чи декілька γ -квантів, напрямок руху яких випадковий, то це:	<p>А) рентгенівська томографія;</p> <p>Б) магніто-резонансна томографія;</p> <p>В) позитронна емісійна томографія;</p> <p>Г) однофотонна емісійна томографія;</p> <p>Д) імпедансна томографія.</p>
61	Якщо при розпаді радіофармпрепарату випромінюється два γ -кванти, які розлітаються у протилежних напрямках, то це:	<p>А) рентгенівська томографія;</p> <p>Б) магніто-резонансна томографія;</p> <p>В) позитронна емісійна томографія;</p> <p>Г) однофотонна емісійна томографія;</p> <p>Д) імпедансна томографія.</p>
62	Якщо у складі томографа використовують кільце стаціонарних детекторів, кожен з яких реагує на збіг появи γ -кванта у даному та протилежно розташованому детекторі, то це	<p>А) рентгенівський томограф;</p> <p>Б) магніто-резонансний томограф;</p> <p>В) позитронний емісійний томограф;</p> <p>Г) однофотонний емісійний томограф;</p> <p>Д) імпедансний томограф.</p>
	Математичні основи формування та обробки томографічних зображень	
63	Знаки степенів підінтегральних експонент у прямому та зворотному	<p>A) протилежні;</p> <p>Б) однакові;</p> <p>В) довільні;</p>

	перетворенні Фур'є повинні бути:	Г) будь-які; Д) залежно від задачі.
64	Багато числових методів розв'язку інтегральних рівнянь зводяться до розв'язання:	А) системи трансцендентних рівнянь; Б) системи нелінійних алгебраїчних рівнянь; В) системи лінійних алгебраїчних рівнянь; Г) системи диференційних рівнянь; Д) системи логарифмічних рівнянь.
65	Якщо y – комплексний вектор, то вираз $\ y\ = \sqrt{\sum_{j=1}^m y_j ^2}$ – це:	А) число обумовленості; Б) максимальне значення вектора; В) сингулярне число вектора; Г) норма комплексного вектора; Д) мінімальне значення вектора.
66	Корені λ_i рівняння $\begin{vmatrix} a_{11} - \lambda & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} - \lambda \end{vmatrix} = 0$ називають:	А) власні значення; Б) власні числа; В) варіанти А та Б; Г) норма матриці; Д) число обумовленості матриці.
	Застосування цифрової обробки сигналів у комп'ютерній томографії	
67	Сигнал, дискретизований за часом та квантований за рівнями, називають:	А) аналоговим; Б) дискретним; В) цифровим; Г) фільтрованим; Д) нефільтрованим.
68	Скільки, у загальному випадку, копій спектрів вихідного неперервного сигналу містить спектр цього ж, але дискретизованого сигналу?	А) 0; Б) 1; В) 10; Г) 100; Д) безліч.

69	Чи є зворотний зв'язок у трансверсального цифрового фільтра (фільтра з кінцевою імпульсною характеристикою)?	А) залежно від задачі; Б) так; В) ні; Г) тип зворотного зв'язку вибирають користувачі; Д) тип зворотного зв'язку вибирають розробники.
70	Таке різницеве рівняння $y(mT) = 3x(mT) - 0,5x[(m-1)T]$ описує роботу:	А) рекурсивного фільтра; Б) трансверсального (фільтра з кінцевою імпульсною характеристикою); В) рекурсивного (фільтра з нескінченною імпульсною характеристикою); Г) асимптотичного фільтра; Д) інтерполяційного фільтра.
71	Таке різницеве рівняння $y(mT) = x(mT) - 0,5y[(m-1)T]$ описує роботу:	А) рекурсивного фільтра; Б) трансверсального (фільтра з кінцевою імпульсною характеристикою); В) рекурсивного (фільтра з нескінченною імпульсною характеристикою); Г) асимптотичного фільтра; Д) інтерполяційного фільтра.
72	Прирівнявши до нуля знаменник передатної функції цифрового фільтра, та розв'язавши це рівняння, отримаємо значення:	А) нулі; Б) полюси; В) медіани; Г) гіпотенузи; Д) власні значення.
73	Прирівнявши до нуля чисельник передатної функції цифрового фільтра, та розв'язавши це рівняння, отримаємо значення:	А) нулі; Б) полюси; В) медіани; Г) гіпотенузи; Д) власні значення.
74	Спектр суми дискретних сигналів дорівнює:	А) сумі їхніх спектрів; Б) різниці їхніх спектрів;

		В) добутку їхніх спектрів; Г) частці їхніх спектрів; Д) середньому арифметичному їхніх спектрів.
75	Спектр різниці дискретних сигналів дорівнює:	А) сумі їхніх спектрів; Б) різниці їхніх спектрів; В) добутку їхніх спектрів; Г) частці їхніх спектрів; Д) середньому арифметичному їхніх спектрів.
76	Добуток спектрів двох сигналів дорівнює:	А) сумі їхніх спектрів; Б) різниці їхніх спектрів; В) добутку їхніх спектрів; Г) частці їхніх спектрів; Д) згортці цих сигналів.
77	$\dot{S}(n_1, n_2) = \sum_{k_1=0}^{N_1-1} \sum_{k_2=0}^{N_2-1} s(k_1, k_2) e^{-i \frac{2\pi}{N_1} k_1 n_1}$ <p>– це вираз:</p>	А) прямого одновимірного ДПФ; Б) зворотного одновимірного ДПФ; В) прямого двовимірного ДПФ; Г) зворотного двовимірного ДПФ; Д) прямого двовимірного z -перетворення.
78	$s(k_1, k_2) = \frac{1}{N_1} \frac{1}{N_2} \sum_{k_1=0}^{N_1-1} \sum_{k_2=0}^{N_2-1} \dot{S}(n_1, n_2)$	А) прямого одновимірного ДПФ; Б) зворотного одновимірного ДПФ; В) прямого двовимірного ДПФ; Г) зворотного двовимірного ДПФ; Д) прямого двовимірного z -перетворення.