

Міністерство освіти та науки

Чорноморський державний  
університет ім. П. Могили

2011 рік

Чорноморський державний університет  
Імені Петра Могили

# КОМП'ЮТЕРНА ТОМОГРАФІЯ



Виконав: Барановський Дмитро Олександрович, студент 3-го курсу, спеціальність  
“Приладобудування”

Email: [mrbaranovskiy@live.ru](mailto:mrbaranovskiy@live.ru)

Викладач: Чуйко Генадій Петрович; доктор ф-м. н., професор.

# Комп'ютерна томографія



# Постановка задачі

- Розглянути фізичні принципи КТ
- Переваги КТ
- Дізнатися про діагностику за допомогою КТ
- Розглянути конфігурацію КТ
- Покоління КТ

# Вступ

Рентгенівська комп'ютерна томографія (КТ) - методика пошарового рентгенологічного дослідження органів і тканин із застосуванням комп'ютерної обробки множинних рентгенівських зображень, виконаних під різними кутами, з подальшою реконструкцією зображення і визначенням щільності будь-якої ділянки цих тканин.

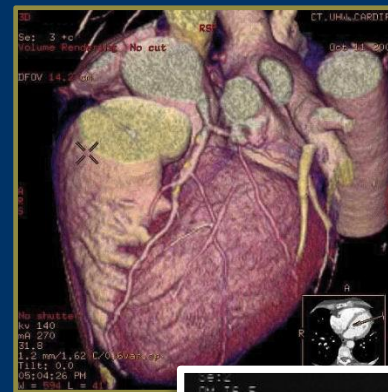
Перші КТ були спроектовані тільки для дослідження голови, однак незабаром з'явилися і сканери для всього тіла. У теперішній час КТ можна використати для візуалізації будь-якої частини тіла.



- Вперше завдання реконструкції зображення було розглянуте в 1917 році австрійським математиком Іоганном Радоном, який вивів залежність поглинання рентгенівського випромінювання від щільності речовини на деякому промені зору. Дане завдання на багато років було відкладене убік, і лише в 1956-58 рр. радянські учені Тетельбаум, Коренблюм і Тютін розробили першу систему реконструкції рентгенівських медичних зображень.
- Метод комп'ютерної томографії в 1961 р. запропонував американський нейрорентгенолог Вільям Ольдендорф, а в 1963 математика Алан Кормак(США) провів лабораторні експерименти по рентгенівській томографії і показав можливість реконструкції зображення. Перша сповна якісна томограма головного мозку людини отримана в 1972 році

# Фізичні принципи КТ

- Усі технології і методики візуалізації з використанням рентгенівських променів ґрунтуються на тому, що різні тканини послаблюють рентгенівські промені в неоднаковому ступені. При КТ рентгенівськими променями експонуються тільки тонкі шари тканини. Відсутнє нашарування інших тканин, які заважають отриманню їх чіткого зображення.
- У процесі проходження крізь тканини рентгенівські промені ослаблюються, частково із-за поглинання енергії, частково через розсіювання. Ослаблення можна описати слідуєчим рівнянням:
  - $I = I_0 e^{-\mu d}$ ,
  - де  $I$  - інтенсивність випромінювання, що було пропущено (випромінювання на виході із тканини),  $I_0$  - інтенсивність випромінювання, що падає (на вході в тканини),  $\mu$  - так званий коефіцієнт повного лінійного ослаблення для тканини,  $d$  - це відстань, що пройшло випромінюванням крізь тканину (товщина тканини). Коефіцієнт ослаблення  $\mu$  обумовлений атомним номером та електронною щільністю тканини. Чим вище атомне число та щільність електронів, тим вище коефіцієнт ослаблення. Таким чином, атомне число та щільність електронів – це два параметри, що зумовлюють якість тканини по ослабленню рентгенівського випромінювання. Необхідно враховувати, що коефіцієнт ослаблення залежить також від енергії рентгенівських променів.



# Переваги КТ

- I. - відсутність тіньових накладень на зображенні;
- II. - вища точність виміру геометричних співвідношень;
- III. - чутливість на порядок вища, ніж при звичайній рентгенографії.



# Діагностика

- **Діагностика** за допомогою КТ базується на прямих рентгенологічних симптомах, тобто визначенні точної локалізації, форми, розмірів окремих органів і патологічних вогнищ, і, що особливо істотно, на показниках щільності. Щільність вимірюють в умовних одиницях - одиницях Хаунсфілда (НУ), названих ім'ям винахідника методу. Цей показник (показник абсорбції) заснований на ступені поглинення або ослаблення пучка рентгенівського випромінювання при проходженні його через тіло людини. Кожна тканина в залежності від щільності, атомної маси по різному поглинає випромінювання. Усі органи людського тіла вкладаються в діапазон щільності від -1024 до +3071 одиниць Хаунсфілда, тобто в 4096 одиниць Хаунсфілда. Коефіцієнт поглинення кісткової тканини - плюс 800 - 1000 НУ. Ці коефіцієнти називаються денситометричними показниками, за допомогою яких визначають щільність тканин у будь-якій точці вимірювального шару. Наприклад, кора головного мозку має щільність 19-23 НУ, біла речовина - 13-17 НУ, мозкова рідина - 0-7 НУ одиниць Хаунсфілда. Вже цей перелік показує, що для КТ посилене зображення таких структур, про які рентгенолог раніше і мріяти не міг.

# Таблиця густини тканин в одиницях Хаусфілда

Тканина	Густина НУ	Тканина	Густина НУ
кістка	+1000	Сіра реч. Мозку	+20-40
Згорнута кров	+ 55-75	Кров	+13-18
Селезінка	+ 50-70	Спинномозкова рідина	+15
Печінка	+40-70	Пухлина	+5-35
Підшлункова	+40-60	Жовчний міхур	+5-30
Нирка	+40-60	Вода	0
Аорта	+35-50	Орбіти	-25
М'язи	+35-50	Жир	-100
Біла речовина мозку	-36-46	Легені	-150-400
Мозжечок	+30	Повітря	-1000

# Корфігурація комп'ютерного томографа

У склад будь-якого КТ-сканера входять основні блоки:

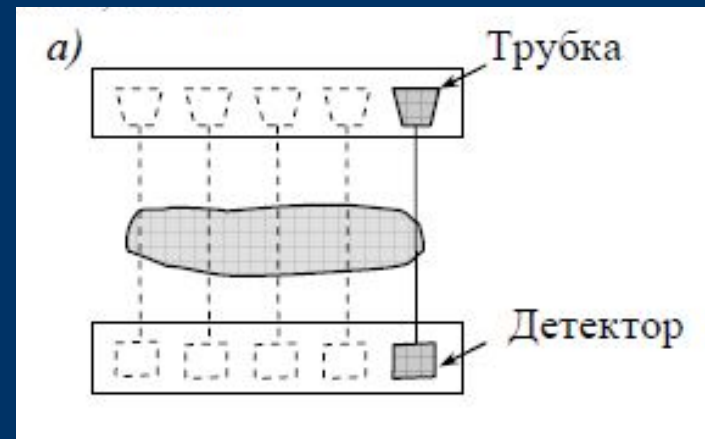
1. Гентри зі столом пацієнта і блоками управління;
2. Високовольтний генератор;
3. Обчислювальна система;
4. Консоль оператора.

- 1 Трубка та коліматири
- 2 Детектори
- 3 Контролер трубки
- 4 ВЧ генератор
- 5 Вмонтований мікрокомп'ютер
- 6 Стаціонарний комп'ютер



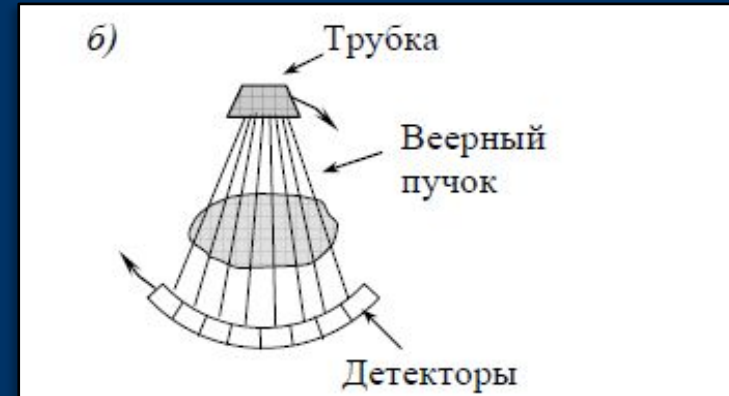
# Томографи 1-го покоління

- У томографах 1 покоління, що з'явилися в 1973 р., була одна гостронаправлена рентгенівська трубка і один детектор, які синхронно пересувалися уздовж рами. Виміри проводилися в 160 положеннях трубки, потім рама оберталася на кут  $1^\circ$  і виміри повторювалися. Самі виміри тривали близько 4,5 хвилин, а обробка отриманих даних і реконструкція зображення на спеціальному комп'ютері займали 2,5 години.



# Томографи 2-го покоління

- Томографи другого покоління (наприклад, СТ-1010, ЕМІ, Великобританія) мали вже декілька детекторів, що працюють одночасно, а трубка випромінювала не гостронаправлений, а віяловий пучок. Також як і томограф 1 покоління він використовував паралельне сканування, але кут повороту трубки збільшився до  $30^\circ$ . Загальний час вимірів, необхідних для отримання одного зображення, значно скоротився і складав 20 секунд. Типовим для даної схеми сканування є те, що вона заснована на обліку лише первинних фотонів джерела.



# Томографи 3-го покоління

- У томографах 3 покоління (середина 1970-х рр.) трубка випромінювала широкий в'яловий пучок променів, направлений на безліч детекторів (близько 700), розташованих по дузі. Вдосконалена конструкція зробила можливим безперервне обертання трубки і детекторів на  $360^\circ$  за годинникову стрілку за рахунок використання кільця ковзання при підведенні напруги. Це дозволило усунути стадію переміщення трубки і скоротити час, необхідний для здобуття одного зображення до 10 секунд. Такі томографи дозволили проводити дослідження рухомих частин тіла (легенів і черевної порожнини) і зробили можливою розробку спірального алгоритму збору даних. Всі сучасні медичні комп'ютерні томографи відносяться до 3 покоління



# Томографи 4-го покоління

- У томографах 4 покоління (Pfizer 0450, США) були суцільне нерухоме кільце детекторів (1088 люмінісцентних датчиків) і випромінююча віяловий пучок променів рентгенівська трубка, що обертається довкола пацієнта усередині кільця. Час сканування для кожної проекції скоротився до 0,7 з, а якість зображення покращала. У даних томографах необхідно враховувати вплив ефекту розсіяння при перенесенні випромінювання, яке залежно від використовуваної енергії джерела може бути релєєвським або комптонівським.



# Томографи 5-го покоління

- На початку 1980-х з'явилися електронно-променеві томографи (томографи 5 покоління). У них потік електронів створюється нерухою електронно-променевою гарматою, розташованою за томографом. Проходячи крізь вакуум, потік фокусується і прямує електромагнітними котушками на вольфрамову мішень у вигляді дуги кола (біля  $210^\circ$ ), розташовану під столом пацієнта. Мішені розташовані в чотири ряди, мають велику масу і охолоджуються проточною водою, що вирішує проблеми тепловідводу. Напроти мішеней розташована нерухома система твердотілих детекторів, що швидко діють, розташованих у формі дуги  $216^\circ$ . Дані томографи використовуються при дослідженні серця, оскільки дозволяють отримувати зображення за 33 мс із швидкістю 30 кадрів/секунду, а число зрізів не обмежене теплоємністю трубки. Такі зображення не містять артефактів від пульсації серця, але мають нижче співвідношення сигнал/шум.





# Висновок

- Комп'ютерна томографія стала важливою частиною, сучасної медицини, витіснивши звичайне рентгенологічне дослідження на другий план. Сьогодні КТ допомагає швидко та зручно діагностувати хвороби, діагностування яких колись займало багато часу, або взагалі не було можливим. Єдиним недоліком КТ є значна кошовність обладнання та догляду за ним. Оскільки розвиток сканерів досяг майже вершини можливого, вважаю за доцільне проводити дослідження способів зниження вартості обладнання.



# Чорноморський державний університет ім. П.Могили



**ДЯКУЮ ЗА ВАШУ УВАГУ!!!**