

АНОТАЦІЯ

Журавлюк І.М. Покращення якості зображень для цифрової Х-променевої діагностики. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

Роботу присвячено питанням покращення якості зображень для цифрової Х-променевої діагностики. Проаналізовано задачу отримання та аналізу рентгенівських зображень, способи їхнього опрацювання та перетворень, зокрема нормалізації, зміни колірної гами, яскравості та контрасту для підвищення роздільної здатності та можливості виділення меж структурних елементів органів.

Ключові слова: Х-променева діагностика, зображення, обробка.

ABSTRACT

Zhuravlyuk I.M. Improving image quality for digital X-ray diagnostics. – Manuscript. Master's qualifying work, Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2019.

The work is dedicated to improving the quality of images for digital X-ray diagnostics. The task of obtaining and analyzing x-ray images, methods of their processing and transformations, including normalization, change of color scale, brightness and contrast, to increase the resolution and the ability to isolate the boundaries of structural elements of organs are analyzed.

Keywords: X-ray diagnostics, imaging, processing.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

ПК – персональний комп'ютер;

BTC – Block Truncation Coding;

JPEG – Joint Photographic Experts Group;

MPEG – Moving Pictures Experts Group.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. МЕТОДИ Х-ПРОМЕНЕВОЇ ДІАГНОСТИКИ.....	12
1.1 Способи променевої діагностики.....	12
1.2 Загальні відомості про особливості Х-променевої діагностики.....	12
1.3 Аналіз діагностичних можливостей Х-випромінювання в медицині.....	17
1.4 Стандарт цифрових зображень в медицині.....	18
1.5 Висновки до розділу 1.....	19
РОЗДІЛ 2. ОТРИМАННЯ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ЗОБРАЖЕНЬ.....	21
2.1 Загальні відомості про отримання рентгенівських зображень.....	21
2.2 Рентгенівська установка і формування зображень.....	22
2.3 Іонографічні методи отримання діагностичних зображень.....	32
2.4 Цифрова рентгенографія.....	33
2.5 Висновки до розділу 2.....	38
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ ОБРОБКИ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ.....	40
3.1 Поняття цифрової обробки зображень.....	40
3.2 Етапи ЦОЗ.....	41
3.3 Висновки до розділу 3.....	43
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ОПРАЦЮВАННЯ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ЗОБРАЖЕНЬ.....	44
4.1 Методи опрацювання рентгенівського зображення в середовищі Matlab.....	44
4.2 Фільтрація рентгенівського зображення.....	45
4.3 Шляхи підвищення якості рентгенівського зображення.....	50
4.4 Висновки до розділу 4.....	52
РОЗДІЛ 5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	53
5.1 Методика проведення медико-біологічних досліджень.....	53
5.2 Обґрунтування вибору УДК напряму наукового дослідження.....	55

	8
РОЗДІЛ 6. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	58
6.1 Науково-технічна актуальність науково-дослідної роботи.....	58
6.2 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи.....	59
6.3 Науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи.....	65
6.4 Висновки до розділу 6.....	69
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	70
7.1 Охорона праці.....	70
7.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	71
РОЗДІЛ 8. ЕКОЛОГІЯ.....	79
8.1. Актуальність охорони навколишнього середовища та екології.....	79
8.2. Класифікація стічних вод і їх забруднень.....	80
8.3. Проблема радіаційного забруднення природного середовища.....	81
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	85
Бібліографія.....	87
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність роботи. Під діагностикою в медицині розуміють розрізнення станів функціонування органів чи систем, зокрема для виявлення патологічних станів чи зміни стану при проведенні реабілітації цієї системи. Методи діагностики можуть бути лабораторними, інструментальними та фізикальними, а в залежності від степені впливу на досліджуваний об'єкт – інвазивними та неінвазивними. При цьому, основна перевага (за можливості) віддається неінвазивним методам, під час проведення яких не відбувається прямого проникнення в організм людини, а необхідна для діагностики інформація отримується опосередковано, за допомогою допоміжних засобів. До таких неінвазивних методів належать електрокардіографічні, реографічні, електроенцефалографічні, рентгенографічні методи дослідження тощо.

Для тих задач, де центральне місце в діагностичному процесі займають фізичні методи візуалізації внутрішніх структур організму, незамінними є методи рентгенодіагностики, що полягають в отриманні та аналізі рентгенографічних зображень внутрішніх структур організму людини. Такі зображення отримуються в результаті взаємодії квантів X-випромінювання з приймачем і являють собою розподіл квантів, які пройшли через тіло пацієнта і були зареєстровані детектором. Такі зображення являють собою двовимірну проекцію тривимірного розподілу ослаблення X-променів в тілі. З усіх рентгенографічних методів найбільш інформативним є метод X-променевої (комп'ютерної) томографії, при якій шляхом пошарового та поступового пропускання через тіло людини пучка X-випромінювання, оцінювання зміни інтенсивності такого випромінювання в різних напрямках поширення, оцифрування отриманих даних та шляхом застосування до опрацювання отриманого масиву даних зміни інтенсивності спеціального математичного апарату, формуються цифрові зображення плоских зрізів тіла людини, на яких можна диференціювати та ідентифікувати окремі анатомічні структури. При

цьому, на якість отриманого зображення впливають зовнішні та внутрішні фактори, зокрема функціональна рухливість окремих органів, що призводить до розмиття меж таких органів на зображенні та зниження діагностичної роздільної здатності самих зображень.

При цьому, актуальним є завдання розроблення методів опрацювання цифрових зображень X-променевої діагностики, які давали б можливість проведення попереднього нормування зображень, покращення роздільної здатності та можливості диференціації меж анатомічних структур на зображеннях.

Мета і задачі дослідження. *Метою дослідження є покращення якості зображень для цифрової X-променевої діагностики. Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:*

1. Провести аналітичний огляд літературних джерел за тематикою дослідження.
2. Проаналізувати способи отримання рентгенівських зображень.
3. Проаналізувати методи опрацювання зображень з метою застосування цих методів до підвищення якості рентгенівських зображень.
4. Обґрунтувати методи покращення якості рентгенівських зображень.
5. Провести експериментальні дослідження.

Об'єкт дослідження: покращення якості зображень для цифрової X-променевої діагностики.

Предмет дослідження: методи покращення якості зображень для цифрової X-променевої діагностики.

Наукова новизна одержаних результатів. Запропоновано використання функцій MATLAB для підвищення якості зображень шляхом застосування алгоритмів адаптивної вінерівської фільтрації, покращення контрасту та сегментації зображень.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати можуть бути використані для підвищення ефективності методів цифрової X-променевої діагностики.

Публікації. Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися на VII науково-технічній конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології».

РОЗДІЛ 1

МЕТОДИ Х-ПРОМЕНЕВОЇ ДІАГНОСТИКИ

1.1 Способи променевої діагностики

Медична діагностика заснована на виявленні патологічних змін в органах і системах людини і встановленні зв'язку виявленого комплексу симптомів з певним захворюванням. Це завдання не з легких через дуже велике число хвороб і крайню варіабельність їх проявів у окремих хворих. Однак в останній час діагностика зробила гігантський крок вперед. Це сталося в першу чергу тому, що лікар зміг доповнити клінічний огляд хворого численними дослідженнями, у тому числі найбільше значення отримали променеві методи дослідження. Існуючі методи променевої діагностики можна розділити на наступні: рентгенологічний метод, радіонуклідний метод, магнітно-резонансний метод, ультразвуковий метод.

При цьому, враховуючи одним із перших почав застосовуватись в області медичної діагностики рентгенологічний метод, саме він є найбільш поширеним. Ґрунтується він на пропусканні через організм людини так званого Х-випромінювання та за результатами зміни його інтенсивності формуванні зображення внутрішньої структури організму. Розглянемо можливості його методу детальніше.

1.2 Загальні відомості про особливості Х-променевої діагностики

Цілком очевидним є величезне значення, яке мають правильно встановлений діагноз і ретельні дослідження для успішного лікування будь-якої хвороби. Це особливо важливо в онкології, де центральне місце в діагностичному процесі займають фізичні методи візуалізації внутрішніх

структур організму. Візуалізація потрібна не тільки для діагностики, вона також допомагає планувати і проводити лікування злоякісних пухлин. Крім того, зараз, коли стає очевидною необхідність ранньої діагностики раку, зростає роль візуалізації при масових оглядах населення для виявлення початкових проявів захворювання.

На початку свого розвитку візуалізація за допомогою рентгенівських променів виконувалася лікарями загального профілю та іншими медичними фахівцями. Згодом вона перетворилася в спеціальне заняття професійних діагностів-радіологів та стала вважатися незалежним окремим предметом. У середині 1940-х рр. єдиним задовільним методом медичної візуалізації була рентгенографія різних видів. Протягом останніх 60 років ситуація змінилася настільки значно, що діагностична візуалізація лише в рідкісних випадках зосереджувалася в одному якомусь відділенні медичного закладу. Виникло так багато різних видів візуалізації, що деякі досить важливі з них стали розглядати як незалежні, окремі медичні напрямки. Створення цих нових видів візуалізації зажадало спільних зусиль фізиків, інженерів і хіміків, які повинні були поєднувати свій досвід з медичними знаннями. Діагностична візуалізація стала колективною діяльністю. Оскільки клінічна візуалізація є кінцевою метою розвитку різних фізичних досліджень, клінічні застосування обговорюються тільки на рівні, достатньому для пояснення цілей візуалізації та ілюстрації на конкретних прикладах.

В даний час важко навіть уявити собі, як можна було займатися діагностикою без візуалізації. Зрозуміло, залишилося в живих зовсім небагато, людей, які займалися медичною діяльністю тоді, коли не існувало рентгенівських методів отримання зображень. Однак існує багато фахівців, які пам'ятають, як ставилися медичні діагнози до появи ультразвукових, радіоізотопних, ЯМР та інших методів візуалізації. Вони стали свідками того, як ці методи візуалізації виникли, розвинулися і увійшли в практику, а також спостерігачами неминучого виникнення питання про порівняння цих методів

один з одним і про їх клінічну значущість. Вони жили в унікальний і чудовий період, коли методи діагностичної медицини дозрівали і розширювалися.

У зв'язку з цим виникає ряд важливих питань, зокрема, чому існує так багато різних видів візуалізації? Майже всі без винятку нові методи виникали як взаємодоповнюючі, а не такі, щозамінюють вже існуючі види візуалізації, і обсяги фінансування, штати і площі відповідно розширювалися. Сутність відповіді на це питання досить ясна. Різні методи візуалізації засновані на різноманітних фізичних взаємодіях електромагнітного випромінювання з біологічною тканиною і, отже, забезпечують вимірювання різних фізичних властивостей біологічних структур. Природа влаштована таким вдалим чином, що два або більше видів тканин, які можуть бути однакові за одними якимись фізичними властивостями, будуть різко відрізнятися за іншими властивостями. Зрозуміло, необхідно було навчитися розуміти, як ці фізичні властивості відображають нормальні або патологічні тканини, і для багатьох нових видів візуалізації ці питання ще далекі від повного вирішення.

Питання про різноманіття методів візуалізації можна задати і поіншому. Чи треба очікувати, що число методів візуалізації (або їх різновидів) залишиться кінцевим і в цьому сенсі невеликим? Зрозуміло, можна припускати, що самі прилади для існуючих видів візуалізації стануть менш дорогими, більш компактними, більш швидкодіючими при комп'ютерній обробці і більш широко доступними. Ці зміни призведуть до того, що процедури, які в даний час можна ідеально визначити, але не можна ще застосовувати в реальній практиці, будуть реалізовані і включені в арсенал практикуючих лікарів. Однак нічого з цього не дозволяє прогнозувати виникнення абсолютно нових методів. Навряд чи розумно припускати, що ніяких великих змін не відбудуватиметься, але, зрозуміло, слід пам'ятати про основні принципи, якими треба керуватися, відповідаючи на це питання. Всі види візуалізації ґрунтуються на принципах відносин певного випромінювання і речовини. Тіло повинно бути напівпрозорим для

випромінювання, і має існувати обмежене число різних взаємодій, для яких ці умови виконуються. Зовнішні впливи призводять або до резонансної, або до нерезонансної взаємодії між речовиною і електромагнітним випромінюванням. Коли довжина хвилі падаючого випромінювання порівнянна з розмірами досліджуваної тканини, резонансна взаємодія призводить до непружного розсіювання, поглинання енергії випромінювання і перевипромінювання; саме поглинання випромінювання і лежить в основі отримання зображень в трансмісійному режимі, коли для цього використовується інтенсивність пройденого сигналу. Так, зокрема, виходить зображення при використанні рентгенівських променів, які взаємодіють з внутрішніми і зовнішніми електронними оболонками, або гамма-променів, що взаємодіють з атомними ядрами. Випромінювання в інфрачервоному і оптичному діапазонах взаємодіє з зовнішніми електронними оболонками. Якщо характерні частоти речовини і випромінювання розрізняються істотно, то пружне розсіювання, яке ізотропне в однорідному матеріалі, можна описати за допомогою класичної оптики Гюйгенса. На границях тканини і в неоднорідному матеріалі розсіювання відбувається анізотропно, і в основі отримання зображення лежать закони відбиття і заломлення. Наприклад, цей принцип закладений в ультразвуковій візуалізації.

Важливим є питання про те, яке поєднання різних чинників призвело до появи кожного з видів медичної візуалізації. У деяких випадках відповідь проста і вона пов'язаний з відкриттям фізичних принципів, що лежать в основі даного методу візуалізації. В інших випадках розвиток методів було передбачено за багато років до того, як він (цей розвиток) було досягнутий. Для здійснення томографії з використанням рентгенівських променів, радіоіотопів, що вводяться всередину тіла або ядерного магнітного резонансу необхідно мати швидкодіючу обчислювальну техніку. Хоча широкому використанню комп'ютерів передувала проста аналогова реконструкція, цей метод виявився непридатним на практиці. Зрозуміло, деякі методи зобов'язані

своїм швидким розвитком інтенсивним дослідженням у воєнний час (наприклад, розвиток візуалізації за допомогою ультразвуку послідував за дослідженнями в галузі радіолокації, особливо під час другої світової війни) або є таким собі побічним продуктом розвитку ядерної технології (наприклад, радіоізотопна візуалізація).

Існують ще два питання, які не залишають місця для повної ясності в перспективах медичної візуалізації. По-перше, чи настане час, коли вся дослідницька візуалізація, яка зараз проводиться з деяким ризиком або супроводжується рядом незручностей для пацієнта, буде замінена іншими альтернативними процедурами, повністю безпечними і більш прийнятними для пацієнта. Зрозуміло, деякі з відомих методів візуалізації супроводжуються меншим ризиком, ніж ті, які використовують іонізуюче випромінювання, але в даний час немає методів, які дозволили б відмовитися від рентгенівської візуалізації. По-друге, перетвориться чи коли-небудь медична діагностика повністю в науку чи вона частково залишиться мистецтвом? Перетворення діагностики повністю в науку неможливе внаслідок величезної кількості питань, які потребують свого вирішення, перш ніж зображення може бути проаналізоване: невизначеності, що вводяться в процес біологічним компонентом, можуть зробити це зовсім неможливим. Дана обставина має величезне значення не тільки з точки зору вибору правильності підходу до діагностики пацієнта, але і з точки зору навчання і фінансування медичного персоналу.

Організм людини як активний компонент процесу візуалізації в деякому сенсі діє надзвичайно неузгоджено. Організм випускає інфрачервоне випромінювання, генерує поверхневі електричні потенціали і деяку акустичну енергію в грудну клітку, пов'язану з кровотоком в серцево-судинній системі і рухом повітря в легенях. Всі ці природні випромінювання також використовуються в діагностиці. Однак слабкість цих внутрішніх сигналів вимагає використання зовнішніх випромінювань або штучних внутрішніх

випромінювань. Дійсно, отримання за допомогою внутрішніх випромінювань дво- або тривимірних зображень внутрішніх структур з хорошим дозволом є досить важким або просто неможливим, і їх, як правило, не розглядають при описі різних способів отримання медичних зображень. Мало уваги зараз звертається і на найбільш просту, але дуже важливу форму візуалізації, а саме на візуальний огляд пацієнта. Справді, медична візуалізація зазвичай обмежується отриманням зображення внутрішньої структури.

1.3 Аналіз діагностичних можливостей X-випромінювання в медицині

Проаналізуємо основні діагностичні методи, які ґрунтуються на застосуванні при побудові діагностичних зображень рентгенівського чи X-випромінювання.

Рентгенографія (рентгенівська зйомка) - спосіб рентгенологічного дослідження, при якому фіксоване рентгенівське зображення об'єкта одержують на твердому носії, в переважній більшості випадків на рентгенівській плівці.

Флюорографія - метод рентгенологічного дослідження, що полягає в фотографуванні зображення з флюоресцентного рентгенівського екрану (що застосовується частіше), екрану електронно-оптичного перетворювача або систем, призначених для подальшої оцифровки зображень, на фотоплівку невеликого формату.

Томографія є методом отримання зображень січень тіла людини.

Комп'ютерна томографія - це пошарове рентгенологічне дослідження, засноване на комп'ютерній реконструкції зображення, одержуваного при круговому скануванні об'єкта вузьким пучком рентгенівського випромінювання.

Ангіографією називають рентгенологічне дослідження кровоносних судин, яке проводиться із застосуванням контрастних речовин. Розрізняють артеріографію, венографію (флебографію) і лімфографію.

В усіх зазначених випадках проводиться формування рентгенівських зображень, які зачасту потребують додаткової обробки. Проводити таку обробку зручно, якщо зображення отримане в цифровій формі. Розглянемо стандарти на такі медичні зображення.

1.4 Стандарт цифрових зображень в медицині

Одночасно с проникненням в медицину комп'ютерних технологій, стала відчуватися потреба в комунікаційних можливостях, які дозволяли б:

- створювати мережу з існуючого цифрового обладнання для підвищення ефективності роботи і зниження затрат ручної праці;
- забезпечувати розширюваність простим підключенням нового обладнання до існуючої мережі;
- інтегрувати зображення і діагностичні дані для підвищення якості діагностики.

Універсальні комп'ютерні мережеві технології не мають можливості підключення різного медичного обладнання. Тому його виробники були змушені розробляти власні комунікаційні інтерфейси. Однак, у зв'язку з широким спектром використовуваного медичного обладнання різних виробників, виникла необхідність в комунікаційних стандартах.

В даний час в світі використовуються різні медичні комунікаційні стандарти: HL7, IEEE / Medix, X12, ASTM, NCPDP і інші. Вони охоплюють широке коло завдань, від інтерфейсу з лабораторним обладнанням до обміну інформацією між окремими клініками. Для забезпечення взаємної сумісності цих стандартів при комітеті HISPP (Health Informatics Standards Planning Panel) ANSI був створений підкомітет MSDS (Message Standards Developers

Subcommittee). Область медичної комунікації була розділена на функціональні завдання, кожним у тому числі стала займатися своя робоча група, що представляє комітети по відповідним стандартам: модель даних - IEEE / Medix, міжорганізаційний обмін - X12N, внутрішньоорганізаційна адміністрація - HL7, клінічні результати - ASTM, фармакологія - NCPDP, зображення - ACR / NEMA. Для мінімальної зміни існуючих стандартів передбачається на основі загальної моделі даних уточнити області, в яких переважно використовувати той чи інший стандарт. Так стандарт HL7 передбачається використовувати для забезпечення інтерактивного обміну даними в шпитальній інфраструктурі, X12 - для роботи з медичною інформацією по комутованих лініях. В даний час ASTM і HL7 вже мають загальний формат для клінічних даних, а X12N розробляє формат включення повідомлень HL7 для впровадження детальних клінічних даних в формат X12.

Для передачі зображень найбільш широко використовується стандарт DICOM, розроблений Американською колегією радіології та Національною асоціацією виробників електроніки (ACR / NEMA). Крім того, інші комунікаційні стандарти (HL7, X12) використовують формат стандарту DICOM для передачі зображень.

1.5 Висновки до розділу 1

Встановлено, що існуючі методи променевої діагностики можна розділити на рентгенологічний, радіонуклідний, магнітно-резонансний та ультразвуковий.

Враховуючи те, що одним із перших почав застосовуватись в області медичної діагностики рентгенологічний метод, саме він є найбільш поширеним. Ґрунтується він на пропусканні через організм людини так званого X-випромінювання та за результатами зміни його інтенсивності формуванні зображення внутрішньої структури організму.

Проаналізовано такі методи діагностування з використанням Х-випромінювання, як рентгенологія, рентгенографія, флюорографія, комп'ютерна томографія, ангиографія. В усіх зазначених випадках проводиться формування рентгенівських зображень, які зачасту потребують додаткової обробки. Проводити таку обробку зручно, якщо зображення отримане в цифровій формі. Розглянуто стандарти на такі медичні зображення.

Встановлено, що для передачі зображень найбільш широко використовується стандарт DICOM, розроблений Американською колегією радіології та Національною асоціацією виробників електроніки

РОЗДІЛ 2

ОТРИМАННЯ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ЗОБРАЖЕНЬ

2.1 Загальні відомості про отримання рентгенівських зображень

X-випромінювання застосовується для отримання медичних зображень з того самого часу, коли його відкрив Іван Пулюй (Вільгельм Рентген).

З огляду на історичне становище цього методу, а також широке застосування X-променів, доречно почати розгляд фізичних основ отримання зображень в медицині з діагностичної рентгенології. Власне кажучи, ті поняття, які були введені для зображення в рентгенології, наприклад контраст, шум і просторова роздільна здатність, згодом стали застосовуватися для опису інших методів візуалізації внутрішньої структури організму людини.

Рентгенографічне зображення утворюється під час впливу квантів X-випромінювання на приймач і являє собою розподіл квантів, які пройшли через тіло пацієнта і були зареєстровані детектором; Останні діляться на первинні (тобто ті, що пройшли через тіло пацієнта без взаємодії з тканинами тіла) і на вторинні кванти, що утворюються в результаті взаємодії з тканинами тіла пацієнта (рис. 2.1). Вторинні кванти, як правило, відхиляються від напрямку свого початкового руху є малоінформативними. Інформативними є первинні кванти, відображаючи процеси проходження квантів через тіло пацієнта із певною імовірністю взаємодії. Імовірність цієї події буде залежати від сукупності послаблень у всіх тканинах, що лежать на шляху поширення X-променів. Оскільки отримане зображення є проекцією характеристики ослаблення в усіх тканинах, що лежать на шляху поширення X-випромінювання. Точніше кажучи, зображення являє собою двовимірну проекцію тривимірного розподілу ослаблення X-променів в тілі.

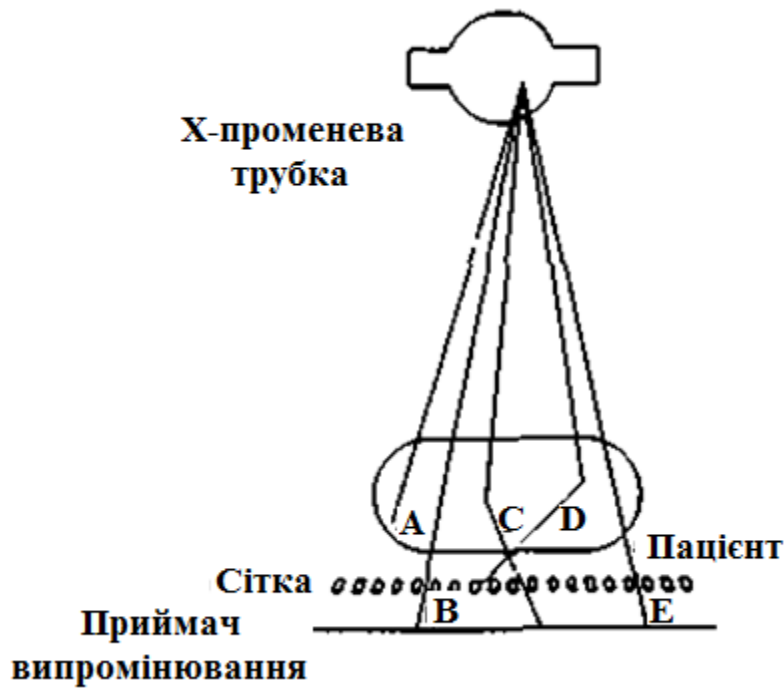


Рис. 2.1. Компоненти системи для отримання рентгенівських зображень. В і Е - кванти, які не взаємодіяли з тілом пацієнта при проходженні через нього; С, D - кванти розсіювання. D – квант, який усувається проміжною сіткою; А – квант випромінювання, що поглинається при проходженні через тіло пацієнта

Двовимірний перетин тривимірного розподілу щільності тканин можна отримати, застосовуючи метод класичної або комп'ютерної томографії.

2.2 Рентгенівська установка і формування зображень

Компоненти стандартної рентгенівської установки представлені на рис.2.1. Кванти, що випромінюються рентгенівською трубкою, проникають в тіло пацієнта, в якому вони можуть поглинутися, розсіятися або пройти без зміни. Первинні кванти, що реєструються приймачем, утворюють зображення, а розсіяні кванти створюють фон, який погіршує контраст зображення. У більшості випадків основна частина розсіяних квантів може бути усунена за допомогою пристрою, що відсіває їх в просторі між пацієнтом і приймачем

зображення. Для цих цілей можна використовувати або повітряний зазор (в самому простому випадку), або ґратку, зібрану з декількох паралельних свинцевих смуг, що пропускає більшу частину первинного і перешкоджає поширенню вторинного випромінювання.

Зареєстроване приймачем зображення піддається обробці (наприклад, прояву рентгенівської плівки) і потім може аналізуватися рентгенологом. При цьому дуже важливо, щоб рентгенівський знімок був правильно освітлений і розглядався на відстані зі збільшенням, що дозволяє розрізнити всі деталі зображення (з урахуванням кутових і частотних характеристик зору). Аналіз рентгенівського знімка є велике мистецтво і втілює в собі вміння розпізнавати навіть найменші зміни контрасту і дозволу, а також здатність виявляти аномальні структури.

2.2.1. Рентгенівська трубка.

Рентгенівська трубка, використовувана для рентгенівської діагностики, складається з наповненого маслом кожуха з колбою, який представляє собою вакуумовану посудину з термостійкого скла, всередині якого розміщені розжарюваний катод і анод (рис. 2.2). Катод розжарюється за рахунок проходження через вольфрамову спіраль електричного струму, в результаті чого створюється вузькоспрямований потік електронів, прискорених різницею потенціалів 25-150 кВ, які бомбардують анод. Електрони взаємодіють з матеріалом анода, гальмуються і зупиняються. Велика частина енергії, що передається електронами аноду, перетворюється в тепло, і тільки мала її частина (менше 1%) перетворюється в рентгенівське випромінювання. Деяка частина цих рентгенівських променів проходить через вихідні вікна колби кожуха, а також через пацієнта, щоб створити рентгенівське зображення. Рентгенівські промені, що поширюються в інших напрямках, поглинаються кожухом трубки. Вся конструкція трубки встановлюється на штативі і забезпечується коліматором, так, що розміри і напрям рентгенівського пучка можна змінювати в разі потреби.

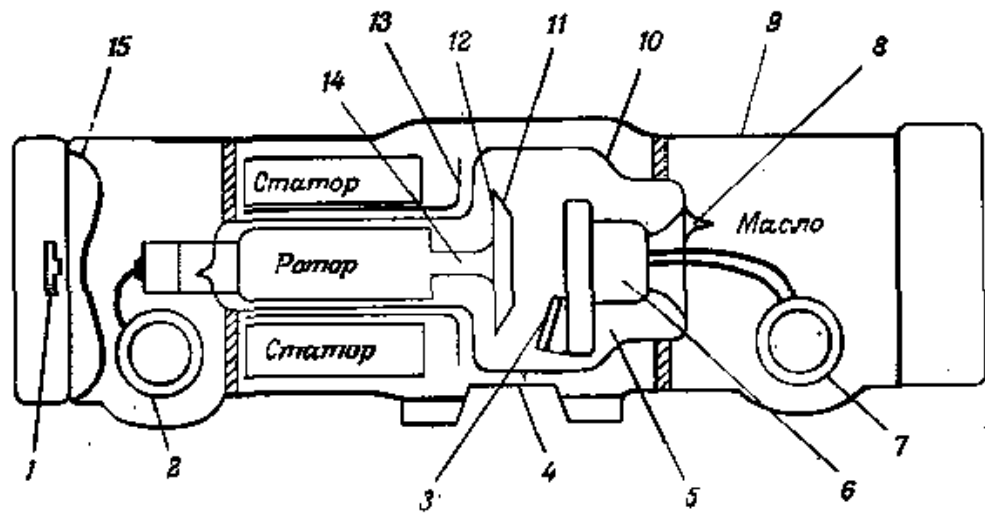


Рис. 2.2. Конструкція рентгенівської трубки з обертовим анодом.
 1 - термовимикач; 2 - високовольтний кабель; 3 - катод прямого розжарення;
 4 - рентгенпрозоре вікно; 5 - вакуум; 6 - блок катода; 7 - високовольтний
 кабель; 8 – відпайочний відросток; 9 - свинцевий корпус; 10 - скляна колба;
 11 - мішень; 12 - анод; 13 - тепловий екран; 14 - тримач з молібдену;
 15 - маслорозширювана діафрагма.



Рис. 2.3. Зовнішній вигляд рентгенівських трубок

Конструкція катода прямого розжарення і електронно-оптичної системи, яка направляє потік електронів до анода, грає дуже важливу роль, Оскільки нерізкість зображення може обмежуватися за рахунок скорочення розмірів рентгенівського джерела, а вихідна потужність випромінювання від трубки визначається електричним струмом, що проходить на анод. Катод прямого розжарення є вольфрамовою спіраллю (температура плавлення вольфраму 3410 °С), яка встановлюється в нікелевій капсулі. Ця капсула підтримує нитку

розжарення і має таку форму, що створюване електричне поле фокусує електрони у вузький пучок. Анод має скошену поверхню, яка становить тупий кут з напрямком електронного пучка. В вихідне вікно надходять ті рентгенівські промені, які йдуть приблизно під прямим кутом до напрямку електронного, так що на поверхні приймача рентгенівське випромінювання має квадратний перетин, навіть якщо потік електронів, які бомбардують мішень, добре сколімований (рис. 2.4), Кут нахилу поверхні анода вибирається виходячи з призначення трубки і змінюється в залежності від вимог до розмірів поля і фокальної плями, а також до вихідної потужності трубки. Для трубок загального призначення величина кута становить близько 17° . У багатьох випадках анод має скіс під двома різними кутами, а також дві нитки розжарювання для вибору або вузької, або широкої фокальної плями.



Рис. 2.4. Використання скошеного анода для зменшення ефективного розміру фокусної плями

Більша частина енергії, що віддається потоком електронів анода, перетворюється в тепло, тому однією з проблем, що постають перед розробниками рентгенівських трубок, є питання про те, як зменшити теплоту, що потрапляє на мішень, і як її швидко відвести. Використання щільного джерела електронів частково вирішує цю проблему шляхом збільшення площі

мішені. Цю проблему можна вирішити більш ефективно за допомогою обертового анода для того, щоб потік електронів падав на скошену поверхню обертового анода, а смужка фокуса рухалася по периферії анодного диска. Для трубок загального призначення швидкість обертання анода становить приблизно 3000 об/хв, а діаметр анодного диска - близько 10 см. Можна використовувати також трубки і з нерухомим анодом, що іноді застосовується в простих малопотужних рентгенівських установках, наприклад, в пересувних та стоматологічних апаратах. Анод виготовляють, як правило, з вольфраму, хоча для спеціальних застосувань, в яких потрібно рентгенівське випромінювання малої енергії, використовується молібден. Атомний номер вольфраму дорівнює 74, вольфрам має необхідні теплопровідність і теплоємність, а також високу температуру плавлення. Важливо, щоб атомний номер матеріалу анода був великим, оскільки вихід гальмівного випромінювання з анода збільшується з атомним номером, а спектр рентгенівського випромінювання, що створюється елементом з великим атомним номером, добре підходить для отримання зображення більш масивних частин тіла. Для збільшення терміну служби рентгенівської трубки можна використовувати сплав вольфраму з ренієм (в пропорції 90:10). Це зменшує руйнування поверхні анода (у вигляді появи мікротріщин), яке викликається тривалими процесами нагріву і охолодження. Дуже важливо, щоб анодний диск мав високу теплоємність. При великих розмірах анода можна досягти більш високої швидкості обертання і меншого часу експозиції, а велика теплоємність, пов'язана зі збільшенням розміру анода, дозволяє досягати більш коротких часових інтервалів між експозиціями. Для трубок, які працюють в напруженому режимі, теплоємність анода можна збільшити введенням молібденової підкладки, оскільки молібден має більш високу питому теплоємність, ніж вольфрам. Теплоємність анода такого типу становить близько 250 000 Дж.

Анодний диск кріпиться на тонкому молібденовому стрижні, що зменшує зворотний потік тепла і оберігає від перегріву мідні підшипники ротора. Від обертового анода теплота відводиться головним чином у вигляді випромінювання.

2.2.2. Приймачі зображення

У сучасній рентгенодіагностиці застосовують велике число різних типів приймачів зображення, кожен з яких формує зображення при поглинанні енергії рентгенівського випромінювання і відрізняється від іншого лише способом перетворення падаючого розподілу енергії в будь-яку іншу форму, яка сприймається людським оком.

2.2.3. Рентгенівська плівка прямого експонування

Рентгенівська плівка прямого експонування через її низьку ефективність поглинання фотонів в необхідному для діагностики енергетичному діапазоні застосовується лише для спеціальних завдань рентгенографії. Однак рентгенівська плівка використовується в якості матеріалу для документування зображень в багатьох типах систем візуалізації, тому доцільно вивчити її властивості більш докладно.

Структура і формування зображення. На рис. 2.5 зображена структура стандартної (неекранованої) рентгенівської плівки прямого експонування. Плівка містить два шари фотоемульсії, нанесеної на обидві сторони прозорого полістиролового або ацетатного шару, який називається плівковою основою. Шари емульсії відокремлені від плівкової основи розділовим шаром і мають тонке поверхнєве покриття для захисту емульсії від стирання. Кожен шар емульсія складається з зерен бромистого срібла, розподілених в шарі желатину, причому кожне зерно має діаметр близько 1 мкм. Щоб збільшити ефективність поглинання рентгенівського випромінювання, використовують два шари емульсії.

На першому етапі формування зображення відбувається взаємодія рентгенівських фотонів з атомами емульсії. Оскільки атоми срібла і броду в

зерна мають значно більші січення, ніж інші легкі елементи, складові желатину, то більшість взаємодій, буде здійснюватися всередині частинок бромистого срібла.

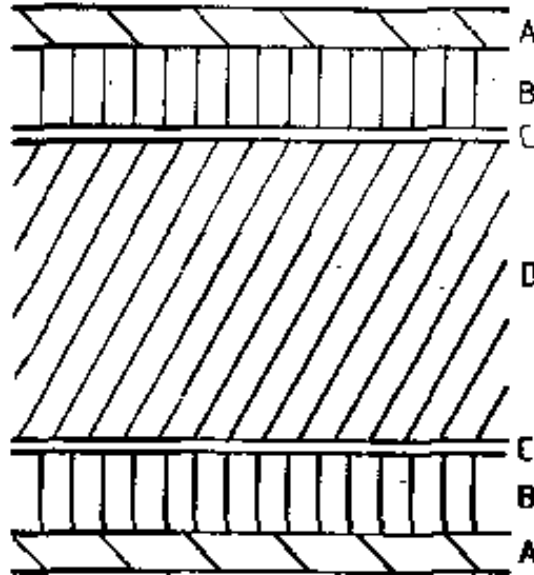


Рис. 2.5. Структура рентгенівської плівки прямого експонування.

А - захисний шар; В - шар емульсії товщиною 20 мкм (частки бромистого срібла в желатині); С - розділовий шар; D - основа (200 мкм).

В результаті кожного з взаємодій утворюється один або два електрони, які сповільнюються і за рахунок іонізації вивільняють нові електрони. Деякі з цих електронів в кінцевому рахунку захоплюються в центри-«пастки» в зернах бромистого срібла. Цей процес захоплення сенсibiliзує зерна, внаслідок чого на них формується приховане зображення. Після проявлення і фіксування емульсії сенсibiliзовані частинки перетворюються в срібло, а несенсиibiliзовані видаляються. Зрозуміло, в дійсності фотографічний процес є дуже складним.

2.2.4. Система «екран - плівка».

Приймачі, виконані на основі комбінації «екран - плівка», мають більш високу швидкість експонування, ніж плівки з прямим експонуванням, але не володіють таким високим дозволом. Однак вони застосовуються в тих

областях рентгенографії, де обмеження дози опромінення є більш важливим завданням, ніж втрата дрібних деталей в зображенні.

Конструкції екранів і процес формування зображень. Приймальна система типу «екран - плівка» формує зображення в чотири етапи. Рентгенівські кванти поглинаються екраном, при цьому частина поглиненої енергії перетворюється люмінесцентним екраном в світлове випромінювання, яке засвічує емульсію плівки, що знаходиться в щільному контакті з екраном. Потім плівка проявляється і проглядається звичайним способом. На рис. 2.6 зображена структура стандартного флуоресціюючого екрану. Шар люмінофора складається з активних частинок люмінофора в сполучній основі. Середній розмір цих часток становить близько 10 мкм при товщині шару 70-300 мкм і середньої поверхневої густини шару 50-170 мг/см². Склад фосфоруєчих частинок в сполучній основі дорівнює приблизно 50%. Активний шар екрану наноситься на картонну або пластмасову підкладку. При необхідності шар між люмінофором і підкладкою може бути виконаний відбиваючим для збільшення світлової віддачі екрану. Для корекції світлової віддачі може бути використаний поглинаючий барвник.



Рис. 2.6. Структура флуоресцентного екрану.

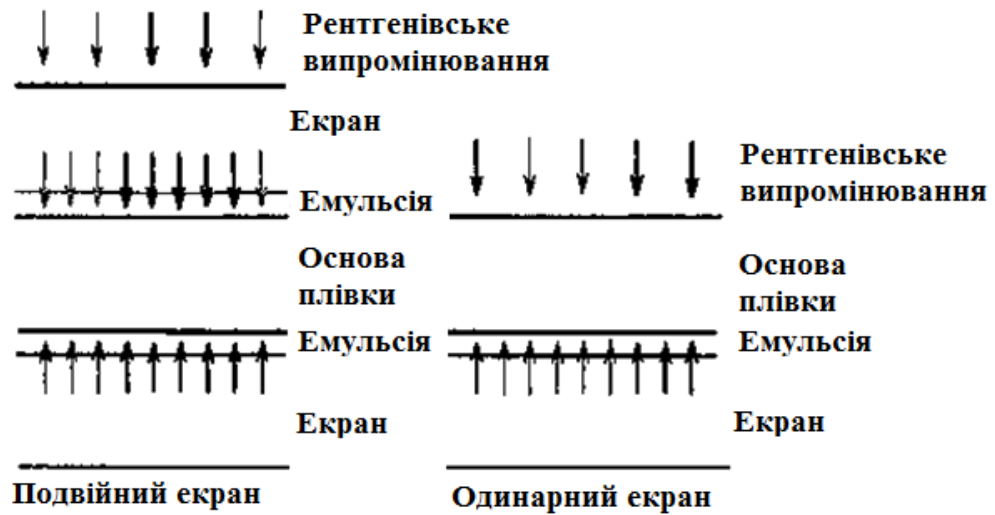


Рис. 2.7. Схема використання одинарного і подвійного екранів. Стрілки в верхній частині кожного рисунка показують напрямок падіння рентгенівського випромінювання, яке впливає на екран, а стрілки, що виходять від екрану, вказують світлове випромінювання люмінофора, яке експонує емульсію фотоплівки.

2.2.5. Підсилювачі рентгенівського зображення.

Підсилювач рентгенівського зображення являє собою пристрій з високим коефіцієнтом підсилення для цілей отримання рентгенівських зображень. Доза опромінення, одержувана при використанні його при рутинних обстеженнях, є дуже невисокою, однак виникають додаткові нерізкість і шум, що перевищують відповідні значення для системи типу «екран - плівка». Підсилювач зображення може давати одну рентгенограму або серію рентгенограм з низькою дозою опромінення, а також працювати у флуороскопічному режимі, коли рентгенівська трубка діє безперервно, але при дуже низькому струмі. Ця можливість особливо цінна при дослідженні процесів руху, течії або заповнення в організмі для інтраопераційного контролю в процесі хірургічної операції, а також для флуороскопічного контролю за введенням катетера. Підсилювачі зображення застосовуються і при введенні рентгеноконтрастних речовин, і вони формують зображення у багатьох цифрових рентгенівських системах.

Конструкція і формування зображення. На рис. 2.8 показана конструкція стандартного підсилювача зображення, що складається з вакуумної трубки, фотокатода та опто-електронного пристрою. Вхідне вікно трубки повинне мати високе пропускання для рентгенівського випромінювання і може бути виконане зі скла, проте в сучасних трубках зазвичай використовується тонка металева пластинка. Після проходження через вхідне вікно частинки Х-випромінювання попадають на поверхню флуоресцентного екрану. Фотони, що випускаються цим екраном, потім бомбардують фотокатод, в результаті чого утворюються фотоелектрони, які в свою чергу прискорюються різницею потенціалів 20 - 30 кВ і фокусуються електронно-оптичною системою на вихідний флуоресцентний екран. Взаємодія фотоелектронів з цим екраном призводить до виникнення світлового випромінювання, яке можна спостерігати на вихідному екрані тим чи іншим способом.

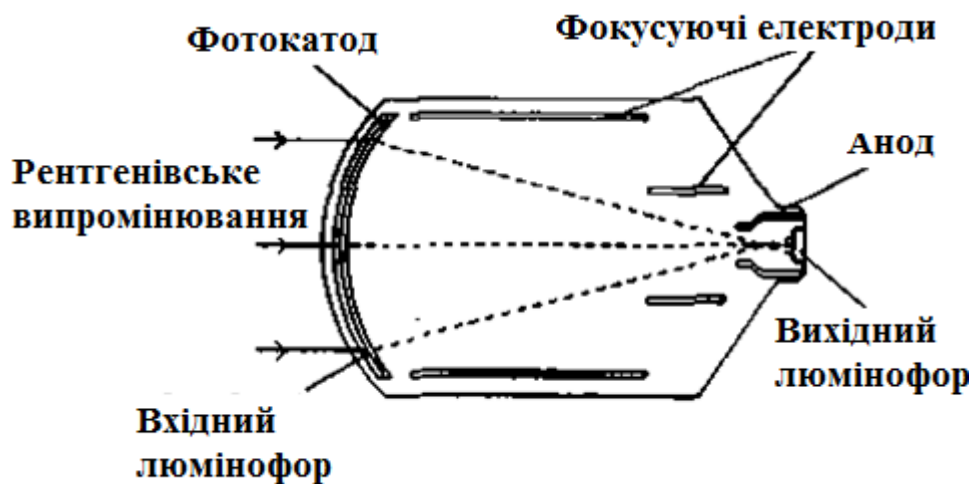


Рис. 2.8. Конструкція підсилювача зображення

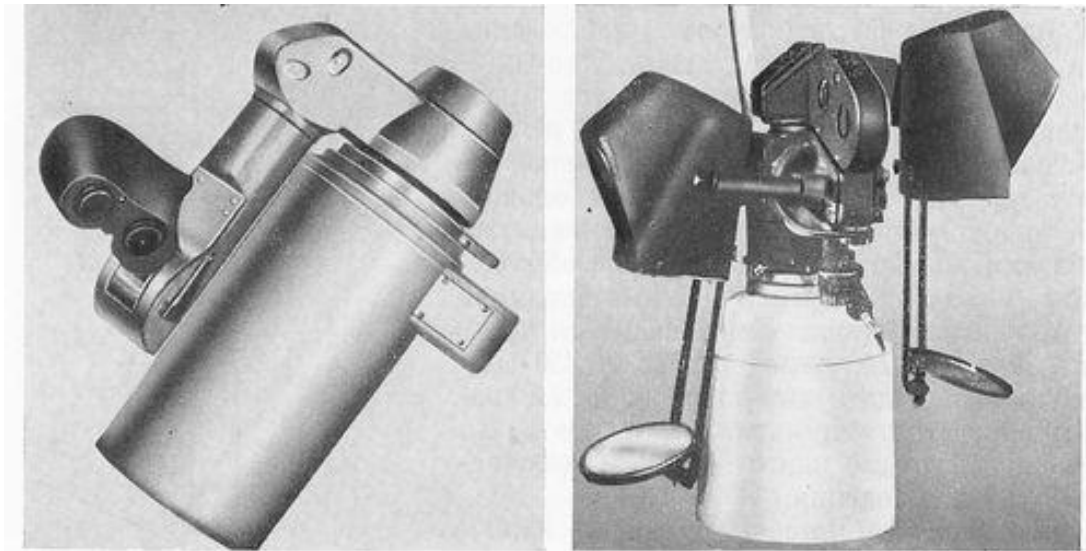


Рис. 2.9. Зовнішній вигляд підсилювача зображення

Зображення, що утворюється на вихідному екрані, реєструється на фотоплівці або за допомогою відео-фотокамери. Можливо також безпосереднє спостереження оком даного зображення за допомогою відповідної оптики, проте в даний час до подібного методу спостереження вдаються рідко. В окремих випадках пацієнт може піддаватися профілактичним обстеженням і моніторному спостереженню за допомогою підсилювача рентгенівського зображення, і завершальне обстеження можна проводити з використанням стандартної системи типу «екран - плівка».

2.3 Іонографічні методи отримання діагностичних зображень

В іонографії застосовують камеру, наповнену газом, і досягають високої ефективності перетворення шляхом підбору газу з добутком тиску на товщину шару газу близько 5-10 атм•см. Іонографічні системи дають зображення дуже високої якості, хоча, як вважають, вони знаходяться на стадії експериментальної розробки.

На рис. 2.10 приведена схема іонографічної системи. Наповнена газом камера знаходиться під тиском 5-10 атм і має вікно з вуглеволокна. Електроди камери знаходяться під високою різницею потенціалів, так, що в

односантиметровому проміжку між пластинами підтримується сильне електричне поле. При взаємодії рентгенівських фотонів з молекулами газу вивільняються носії заряду, які направляються до пластин камери електричним полем.



Рис. 2.10. Схема іонографічної камери

Ефективність іонографічної камери залежить від вибору газу, добутку тиску в газі на товщину його шару, а також від енергії, необхідної для утворення однієї іонної пари в газі. Ефективність системи збору зарядів грає також дуже важливу роль при роботі в режимі пропорційного рахунку, і напруженість поля повинна бути обрана таким чином, щоб рекомбінація іонів була незначною. Лавинне збільшення носіїв зарядів під дією дуже високої напруженості поля небажане через відповідне збільшення квантових флуктуацій. Кращий вихід іонів дають інертні гази. Криптон і ксенон мають більший вихід іонів. Коефіцієнт поглинання газом енергії квантів подібний з коефіцієнтом поглинання системи «екран-плівка», але в першому випадку буде спостерігатися деяка втрата енергії через поглинання в вуглеволоконному вікні.

2.4 Цифрова рентгенографія

Цифрова рентгенографія є методом діагностики, при якому отримане зображення або безпосередньо або опосередковано переводиться в цифрову форму для реалізації в наступному методів автоматизованого опрацювання.

Реєстрація зображення в цифровій рентгенографії представлена трьома основними методами: метод оптичного переносу рентгенівського зображення з люмінесцентного екрану на ПЗС-матрицю (непряма цифрова рентгенографія); використання стимульованих люмінофорів з подальшим скануванням рентгенівського зображення; використання напівпровідникових детекторів (пряма цифрова рентгенографія).

Найбільш поширеною є система, яка використовує оптичний підсилювач і метод оцифровки рентгенівського зображення за допомогою аналогово-цифрового перетворювача, що перетворює аналоговий сигнал в цифровий. Основною частиною перетворювача є ПЗС-матриця.

Застосування систем з оптичним перенесенням рентгенівського зображення з люмінесцентного екрану на ПЗС-матрицю до недавнього часу обмежувалося профілактичним обстеженням грудної клітини (цифрова флюорографія). Зараз широко використовується в кардіо- та ангіографії.

В основі прямої цифрової рентгенографії лежить використання напівпровідникових детекторів або твердотільних панелей на основі аморфного кремнію і селену. Повномасштабні твердотільні панелі створюються за двома принципами: напилення люмінесцентного екрану на фотодіодну матрицю з аморфного кремнію та контактне суміщення шару селенового напівпровідника з матрицею з кремнію.

Метод прямої реєстрації рентгенівського зображення з використанням напівпровідникових детекторів вважається найбільш перспективним. Безпосередній зв'язок детекторів з комп'ютером може значно підвищити якість рентгенівського зображення.

Сцинтиляційний екран матриці безпосередньо з'єднаний з фотодіодами за допомогою оптоволокна. Сцинтиляційне покриття перетворює рентгенівські кванти в видиме світло, яке потім зчитується кремнієвим фотодіодом.

За методом прямої цифрової рентгенографії працюють цифрові рентгенівські апарати нового покоління.

Перевагами цифрової рентгенографії в першу чергу є значне зниження дози опромінення, часу експозиції, що визначається чутливістю перетворювачів, якість самого зображення, можливість застосування методів цифрового опрацювання, сегментації і розпізнавання окремих об'єктів зображення, можливість автоматизації процедур опрацювання зображень та формування попередніх рішень.

Приклади сучасних цифрових рентгенівських апаратів наведено на рис. 2.11-2.13.



Рис. 2.11 Приклади сучасних цифрових систем рентгендіагностики



Рис. 2.12. Комплекс рентгенівський діагностичний „Індіаскан-01”



Рис. 2.13. Пристрій живлення ІЕС-30

Розглянемо деякі приклади рентгенівських зображень та їх діагностичну цінність

На рис. 2.14 наведена рентгенограма тазу. На рисунку видно таз, перелом тазу, тазостегновий суглоб, не видно м'яких тканин.



Рис. 2.14. Рентгенограма тазу

На рис. 2.15 наведено рентгеновське зображення грудної порожнини.

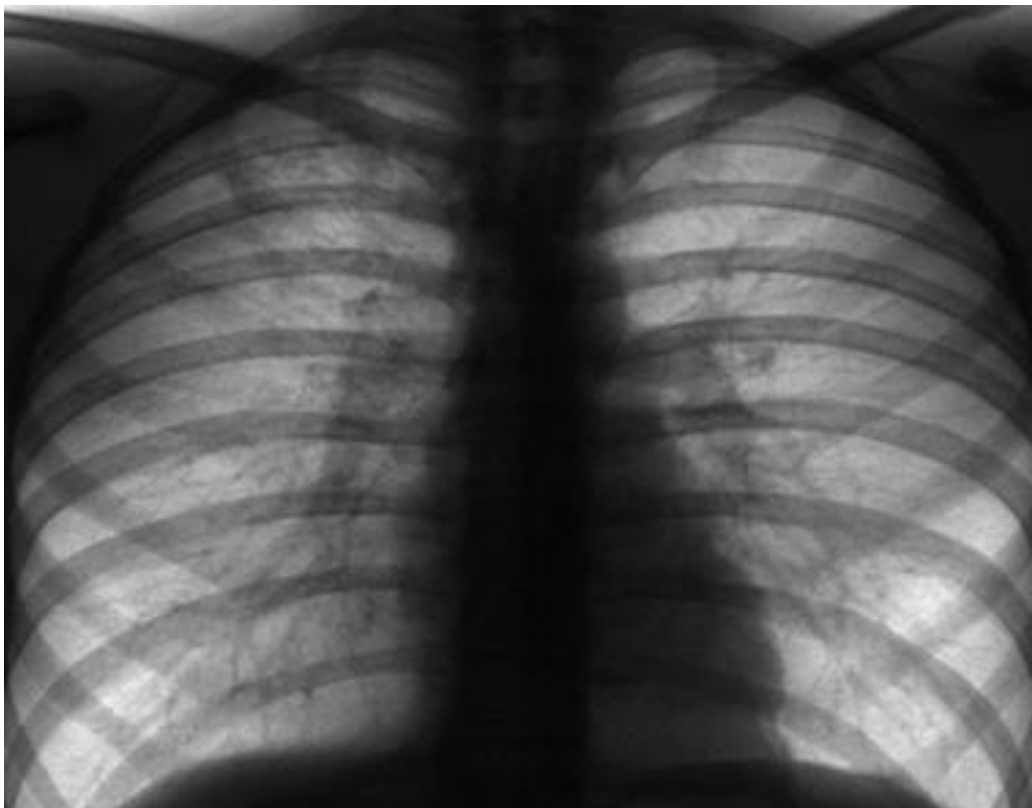


Рис. 2.15. Рентгеновське зображення грудної порожнини

На рис. 2.16 наведено вигляд рентгенівського зображення голови.



Рис 2.16. Рентгенівське зображення голови

2.5 Висновки до розділу 2

Проаналізовано способи отримання рентгенівських зображень.

Кванти, що випромінюються рентгенівською трубкою, проникають в тіло пацієнта, в якому вони можуть поглинутися, розсіятися або пройти без зміни. Первинні кванти, що реєструються приймачем, утворюють зображення, а розсіяні кванти створюють фон, який погіршує контраст зображення. У більшості випадків основна частина розсіяних квантів може бути усунена за допомогою пристрою, що відсіває їх в просторі між пацієнтом і приймачем зображення. Для цих цілей можна використовувати або повітряний зазор (в самому простому випадку), або ґратку, зібрану з декількох паралельних

свинцевих смуг, що пропускає більшу частину первинного і перешкоджає поширенню вторинного випромінювання.

Зареєстроване приймачем зображення піддається обробці і потім може аналізуватися рентгенологом.

Реєстрація зображення в цифровій рентгенографії представлена трьома основними методами: метод оптичного переносу рентгенівського зображення з люмінесцентного екрану на ПЗС-матрицю; використання стимульованих люмінофорів з подальшим скануванням рентгенівського зображення; використання напівпровідникових детекторів (пряма цифрова рентгенографія).

В основі прямої цифрової рентгенографії лежить використання напівпровідникових детекторів або твердотільних панелей на основі аморфного кремнію і селену. Повномасштабні твердотільні панелі створюються за двома принципами: напилення люмінесцентного екрану на фотодіодну матрицю з аморфного кремнію та контактне суміщення шару селенового напівпровідника з матрицею з кремнію.

Перевагами цифрової рентгенографії в першу чергу є значне зниження дози опромінення, часу експозиції, що визначається чутливістю перетворювачів, якість самого зображення, можливість застосування методів цифрового опрацювання, сегментації і розпізнавання окремих об'єктів зображення, можливість автоматизації процедур опрацювання зображень та формування попередніх рішень.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИ ОБРОБКИ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

3.1 Поняття цифрової обробки зображень

Цифрове зображення складається з кінцевого числа елементів, кожен з яких розташований в конкретному місці і приймає певне значення. Ці елементи називаються пікселями.

Зір є найбільш досконалим з наших органів відчуттів, тому не дивно, що зорові образи грають найважливішу роль в людському сприйнятті. Однак, на відміну від людей, здатних сприймати електромагнітне випромінювання лише у видимому діапазоні, машинна обробка зображень охоплює практично весь електромагнітний спектр від гамма-випромінювання до радіохвиль. Оброблювані зображення можуть породжуватися такими джерелами, які для людини незвично пов'язувати з зображеннями, що спостерігаються. Такі, наприклад, ультразвукові зображення; зображення, одержувані в електронній мікроскопії або згенеровані комп'ютером. Таким чином, цифрова обробка зображень охоплює широкі і різноманітні області застосування.

Не існує загальноприйнятої точки зору, де закінчується обробка зображень і починаються інші суміжні галузі, наприклад, аналіз зображень і машинний зір. Іноді розмежування робиться за тим принципом, що обробка зображень визначається як дисципліна, в якій на вході і на виході процесу присутні зображення. З іншого боку, існують такі області, як машинний зір, де кінцевою метою є комп'ютерна імітація людського зору, включаючи навчання, здатність до умовиводів і дій на основі спостережуваної інформації. Ця область сама по собі утворює лише один із напрямів штучного інтелекту, метою якого є імітація інтелектуальної діяльності людини. Штучний інтелект знаходиться ще на початковій стадії свого розвитку, причому слід зазначити,

що прогрес йде значно повільніше, ніж спочатку очікувалося. Область, пов'язана з аналізом зображень займає проміжне положення між обробкою зображень і машинним зором.

3.2 Етапи ЦОЗ

Реєстрація зображення є першим етапом ЦОЗ (рис. 3.1). На цьому етапі відбувається певна попередня обробка зображення, зокрема зміна його масштабу.



Рис. 3.1 Етапи ЦОЗ

Покращення зображення входить в число найбільш простих етапів ЦОЗ. Методи поліпшення зображень полягають у виділенні непомітних чи прихованих деталей зображення чи просто акцентування цікавлячих характеристик на оригінальному документі. Відомим прикладом поліпшення

є посилення контрасту зображення, тому що в результаті «воно виглядає краще». Так, замість викладу всіх попередніх початкових відомостей з позицій математики, ми вводимо ряд необхідних математичних понять, ілюструючи їх стосовно поліпшення зображень.

Стиснення полягає у зменшенні розміру самого зображення, що в свою чергу призводить до зниження кількості пам'яті, необхідної для зберігання та передачі зображень. Хоча техніка запам'ятовуючих пристроїв за останнє десятиліття була значно вдосконалена, цього не можна сказати стосовно пропускної здатності ліній зв'язку. Це особливо справедливо по відношенню до інформації в Інтернет, де образотворча складова є істотним елементом вмісту. Із стисненням зображень знайоме (можливо, не віддаючи собі в цьому звіту) більшість користувачів комп'ютерів, зустрічаючих в іменах графічних файлів певні розширення; наприклад, jpg використовується в стандарті стиснення зображень.

Морфологічне опрацювання застосовує інструменти для вилучення таких компонент зображення, які можуть бути корисні для подання та опису форми.

Метою етапу сегментації є поділ зображення на окремі структурні елементи.

Розпізнавання являє собою процес, який присвоює деякого об'єкту ідентифікатор на підставі його описувачів. Сфера цифрової обробки зображень закінчується розробкою методів розпізнавання окремих об'єктів.

До теперішнього моменту нічого не говорилося про необхідність апріорних знань, або, в термінах рис. 3.1, про взаємозв'язок між базою знань і модулями обробки. Насправді, знання про проблемну область, тобто база знань, деяким чином закодовано всередині самої системи обробки зображень. Це знання може бути дуже простим, як детальне вказівку ділянок зображення, де повинна знаходитися інформація, що цікавить, що дозволить обмежити область її пошуку. База знань може бути і дуже складною, як, наприклад,

взаємопов'язаний список всіх найбільш ймовірних дефектів в задачі контролю матеріалів, або база даних супутникових зображень деякого району з високою роздільною здатністю в прикладних задачах виявлення змін, що відбуваються в цьому районі. Крім того, що база знань керує роботою кожного модуля обробки, вона також управляє взаємодією між модулями. Ця відмінна риса показана на рис. 3.1 за допомогою двонаправлених стрілок між обробними модулями і базою знань, на відміну від односпрямованих стрілок, які пов'язують модулі обробки один з одним.

Хоча не обговорюється завдання візуалізації зображень, важливо мати на увазі, що на виході будь-який з показаних на рис. 3.1 стадій може виконуватися відображення результатів обробки. Відзначимо також, що не у всіх прикладних задачах обробки зображень потрібно вся складність взаємодії. Насправді, в ряді випадків навіть не всі ці модулі необхідні. Наприклад, поліпшення зображень для візуальної інтерпретації людиною рідко потребує використання будь-яких інших стадій з числа показаних на рис. 3.1. У загальному випадку, однак, чим вище складність завдання обробки зображень, тим більше число процесів потрібно залучати для вирішення цього завдання.

3.3 Висновки до розділу 3

Проаналізовано особливості цифрової обробки зображень. Розглянуто етапи такої обробки, зокрема проведення зміни масштабу, покращення зображення, стиснення, морфологічне опрацювання, сегментація, розпізнавання, та проаналізовано використання таких етапів до обробки рентгенівських зображень.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ОПРАЦЮВАННЯ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ЗОБРАЖЕНЬ

4.1 Методи опрацювання рентгенівського зображення в середовищі Matlab

Розглянемо деякі стандартні команди обробки зображень в середовищі Matlab:

Функція `isbw` перевіряє, чи є зображення бінарним: функція `isbw` повертає 1, якщо RGB є бінарним зображенням, і 0 - в іншому випадку.

Функція `isgray` перевіряє, чи є зображення напівтоновим: функція `isgray` повертає 1, якщо RGB є напівтоновим зображенням, і 0 - в іншому випадку.

Функція `isind` перевіряє, чи є зображення палітровим: функція `isind` повертає 1, якщо RGB є палітровим зображенням, і 0 - в іншому випадку.

Функція `isrgb` перевіряє, чи є зображення повнокольоровим: функція `isrgb` повертає 1, якщо RGB є повнокольоровим зображенням, і 0 - в іншому випадку.

Основним способом аналізу зображень традиційно є гістограми. Гістограми можуть бути використані для проведення тонової корекції зображень. Гістограмою є стовбчата діаграма, на якій відображається залежність густини пік селів із певною яскравістю. Гістограма служить джерелом як кількісної, так і якісної інформації. Вона може використовуватися для аналізу тонового характеру зображення, визначення тонових дефектів і навіть умов зйомки.

Функція `imhist` виконує побудову гістограми.

Функція `improfile` виконує побудову профілю.

Функція `mean2` виконує оцінювання математичного сподівання від елементів матриці.

Функція `std2` виконує оцінювання середньоквадратичного відхилення.

Функція `imabsdiff` виконує визначення характерних ознак двох зображень.

Функція `imadd` виконує попіксельне додавання двох зображень.

Функція `corr2` оцінює степінь взаємозв'язку між двома зображеннями чи їх елементами шляхом знаходження коефіцієнта взаємної кореляції. Ця функція може бути використана для розпізнавання образів. У більшості випадків, при вирішенні такого роду завдань необхідно крім вихідного зображення мати також зображення об'єкта, який буде розпізнаватися. Початкове зображення - це вихідний рентгенівський знімок. Зображення, яке буде розпізнаватися - це вихідний рентгенівський знімок, перетворений усереднюючим низькочастотним фільтром.

Функція `imabsdiff` - визначення характерних ознак двох зображень.

Функція `imcomplement` - доповнення зображень. Доповнення до напівтонового або кольорового RGB зображення знаходиться так - кожне значення пікселя віднімається з максимально можливого значення, і різниця представляється як значення пікселя результуючого зображення.

Функція `imsubtract` - віднімає кожен елемент масиву `M1` з відповідного йому елемента масиву `M`. Негативні значення елементів округлюються до 0.

Використання функції `cpselect` позначає піки контрольних точок на зображенні.

Функція `cp2tform` - висновок просторових перетворень між парою контрольних точок.

4.2 Фільтрація рентгенівського зображення

Фільтрація зображень здійснюється за допомогою функцій `fspecial`, `ordfilt2`, `medfilt2` та інших.

З допомогою команди `fspecial` формуються маски ФВЧ Лапласа, фільтра Лапласіан-гаусіана, усереднюючого фільтра низьких частот чи фільтра, що підвищує різкість зображення.

Приклад демонструє застосування до рентгенівського зображення фільтра, що підвищує різкість [6].

```
>> h = fspecial ('unsharp', .5); % Маска фільтра, що підвищує різкість
M1 = imfilter (M, h, 'replicate'); % Фільтрація
figure, imshow (M1); % Вивід зображення на екран (рисунок 1б)
```

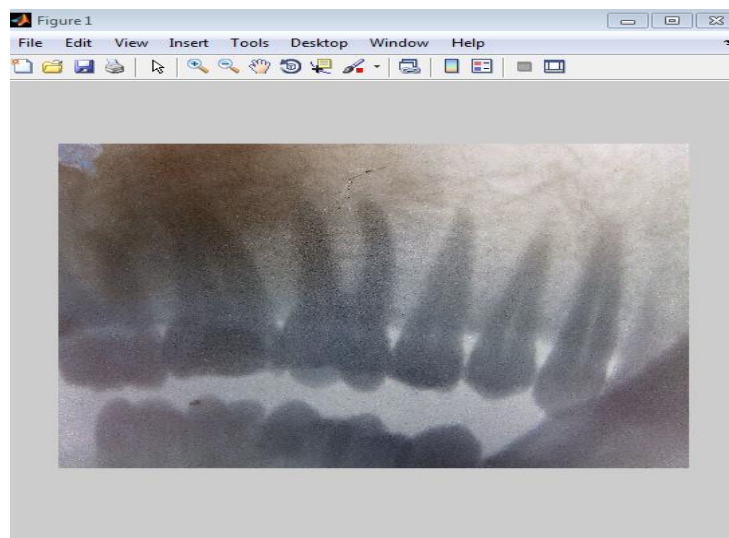


Рис. 4.1. Застосування фільтра, що підвищує різкість рентгенівського зображення

На рентгенівському знімку в цілому підвищилася різкість.

Функція $h = \text{fsamp2}(H)$ - формує маску з лінійного двовимірного КІХ-фільтра, ґрунтуючись на бажаній АЧХ двовимірного фільтра, переданої в матриці H .

Приклад демонструє формування маски двовимірного лінійного фільтра, що підвищує різкість зображення. АЧХ такого фільтра повинна бути рівна 0 на початку координат і збільшуватися в міру віддалення від початку координат. На рис. 4.2, а наведена бажана частотна характеристика. З цієї АЧХ `fsamp2` створює маску h лінійного фільтра, АЧХ якого наведена на рис. 4.2, б.

Початкове зображення фільтрується лінійним фільтром з маскою h . Результат фільтрації додатково контрастується. Вийшло в результаті зображення, що показано на рис.4.2, в. Текст програми фільтрації наведено в Додатку А.

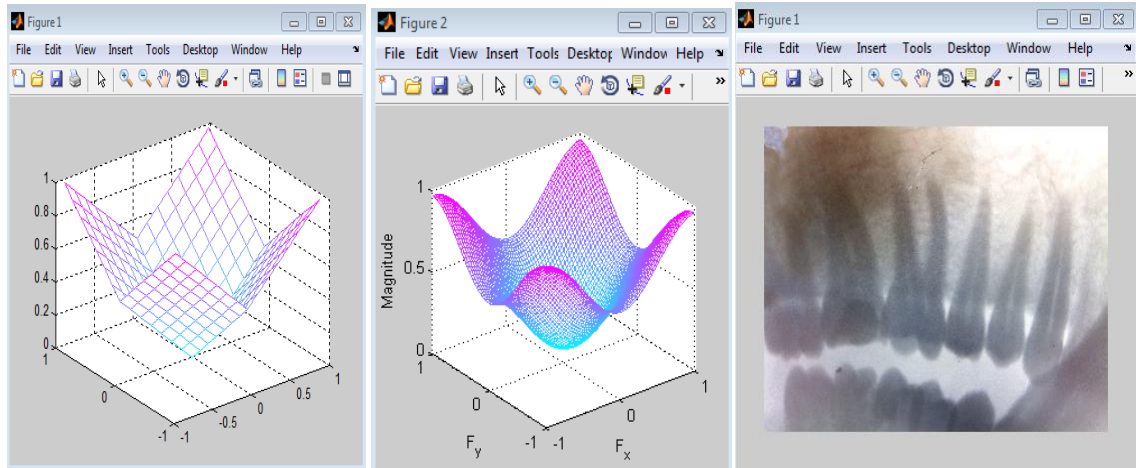


Рис. 4.2. Формування маски лінійного фільтра за бажаною АЧХ: а) бажана АЧХ, б) АЧХ лінійного фільтра, в) відфільтроване рентгенівське зображення

Даний вид фільтрації істотних змін в зображення не вніс. Стався невеликий перерозподіл яркостей на знімку - стали більш світлими деякі області зображення.

Функція $h = \text{ftrans2}(b)$ - формує маску h лінійного двовимірного КІХ-фільтра, використовуючи метод перетворення частот для трансформації одновимірного КІХ-фільтра з коефіцієнтом b .

Приклад показує, як формується двовимірний ФНЧ (фільтр низьких частот) з одновимірного за допомогою методу перетворення частот. Спочатку побудовано одновимірний КІХ ФНЧ 16-го порядку з частотою зрізу 0.2. АЧХ і ФНЧ такого фільтра наведені на рис. 4.3, а. За допомогою функції ftrans2 одновимірний ФНЧ трансформується в двовимірний. АЧХ двовимірного ФНЧ приведена на рис. 4.3, б. Результат фільтрації показаний на рис.4.3, в.

```
>> b = fir1 (16, 0.2); % Створення одновимірного КІХ ФНЧ 16-го порядку  
з частотою зрізу 0.2
```

```
freqz (b, 1, 256); % Вивід на екран АЧХ і ФНЧ створеного одновимірного  
фільтра
```

```
h = ftrans2 (b); % Формування двовимірного фільтра з одновимірного  
figure, freqz2 (h); % Вивід на екран АЧХ двовимірного фільтра
```

```
I = im2double (M1);
```

```
I = filter2 (h, I); % Фільтрація зображення
```

```
figure, imshow (I); % Вивід на екран результату фільтрації
```

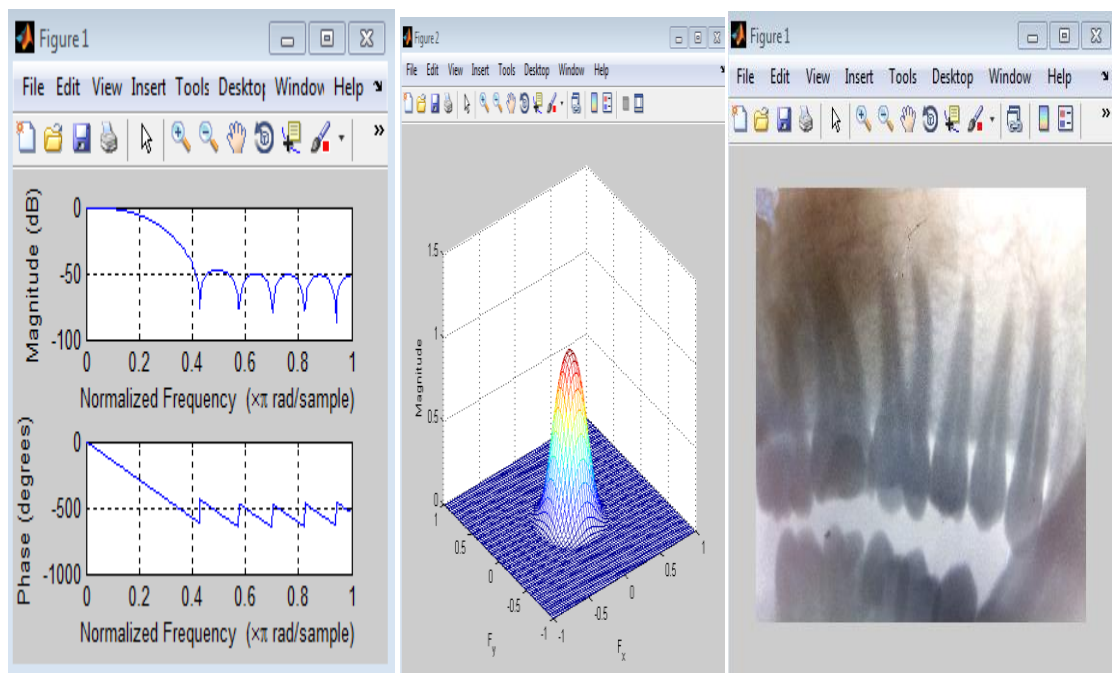


Рис. 4.3. Формування двовимірного ФНЧ: а) АЧХ і ФНЧ одновимірного фільтра, б) АЧХ двовимірного ФНЧ, в) результат фільтрації

Рентгенівський знімок став більш чітким.

Оскільки вихідний рентгенівський знімок спочатку має досить хорошу якість, ефективною виходить тільки фільтрація, яка підвищує різкість зображення. Решта види фільтрації до задовільних результатів не приводять, або практично не змінюють вихідного зображення. Насправді ж рентгенівські знімки не можуть бути ідеальними і мають достатню кількість різних неоднорідностей і шумів.

Тому припустимо, що вихідне зображення зашумлене гаусовим шумом.

Цього можна домогтися за допомогою наступного коду програми:

```
>> I1 = imnoise (M, 'gaussian', 0, 0.01); % Додавання гаусового шуму
figure, imshow (I1)% Вивід зображення на екран (рис. 4.4).
```

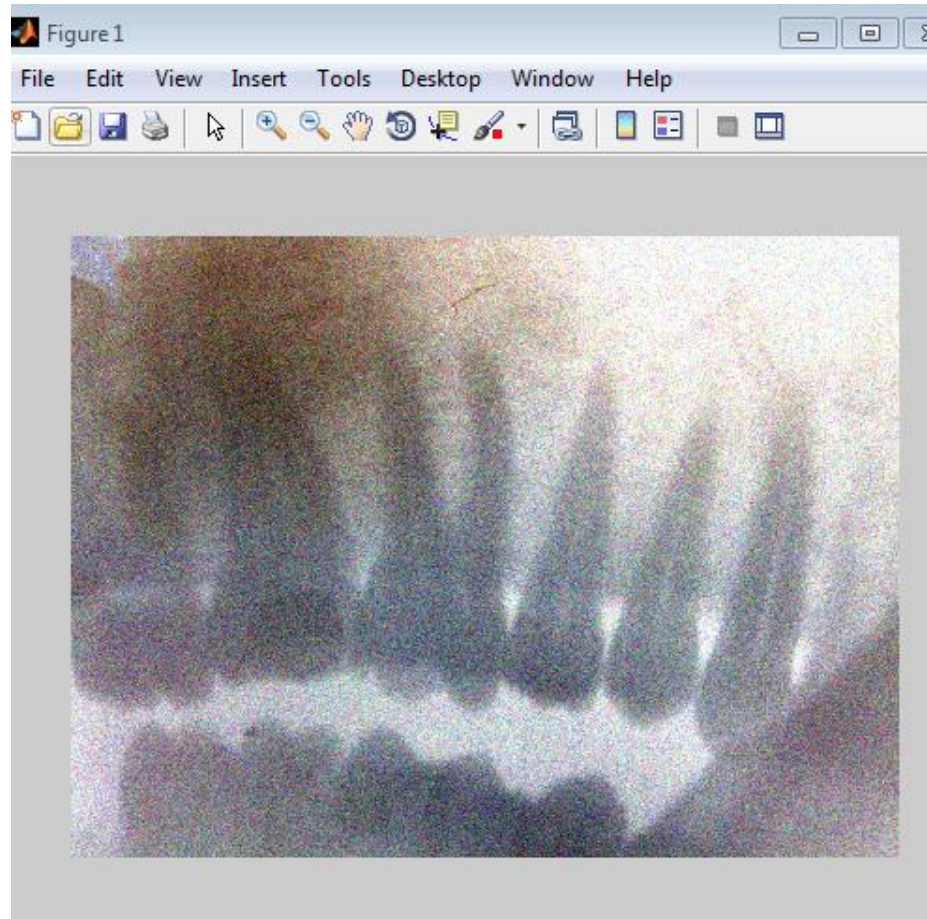


Рис. 4.4. Рентгенівське зображення з додаванням шуму

Тепер застосуємо до «зашумленого» рентгенівського зображення фільтри. Проведемо адаптивну вінерівську фільтрацію.

З допомогою команди `wiener2` проводиться адаптивна фільтрація для придушення адитивного гаусівського білого шуму. Фільтрація проводиться шляхом оцінювання імовірнісних оцінок фрагментів зображення в ковзному вікні розміру $m \times n$ пікселів.

4.3 Шляхи підвищення якості рентгенівського зображення

В середовищі Matlab існує ряд команд, які забезпечують підвищення якості зображень. Зокрема команди `histeq`, `imadjust`, `imfilter`.

Перерозподіл яскравостей пікселів на зображенні для вирівнювання гістограми в системі Matlab реалізований у вигляді функції `histeq`.

Функція `histeq` підвищує контраст зображення. Ця функція призначена для перетворення напівтонових зображень чи палітрових зображень [6,7].

`>> figure, imhist (M); % Побудова гістограми вихідного зображення (рис. 4.5, а)`

`I = histeq (M, 80); % Вирівнювання гістограми`

`figure, imshow (I); % Вивід перетвореного зображення на екран`

`figure, imhist (I); % Вивід гістограми перетвореного зображення (рис. 4.5,`

б)

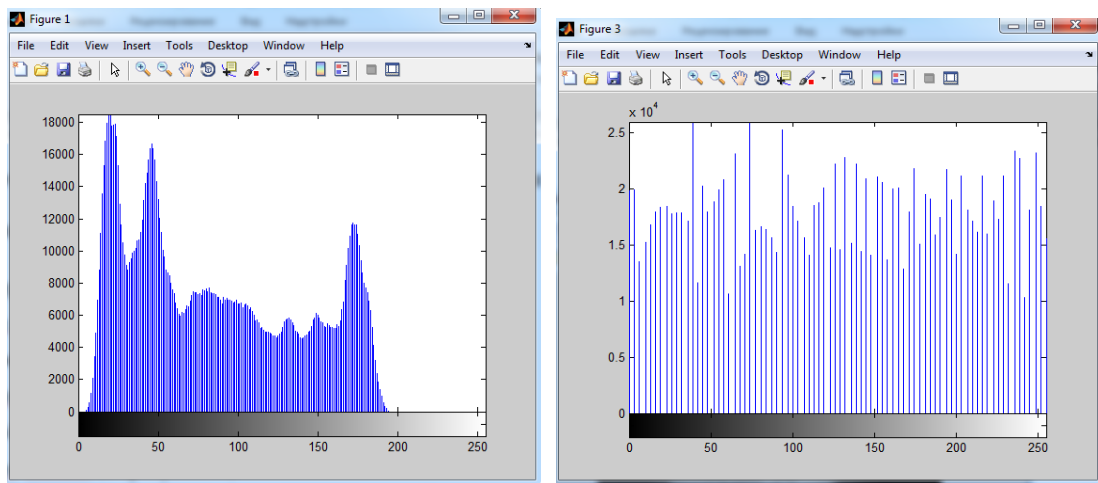


Рис. 4.5. Вирівнювання гістограми: а) гістограма вихідного рентгенівського зображення, б) вирівняна гістограма перетвореного зображення

В результаті еквалізації отримали рівномірну гістограму розподілу яскравостей рентгенівського знімка, в порівнянні з вихідною, на якій були присутні абсолютно чорні ділянки. Тепер все рентгенівське зображення знаходиться в середніх тонах.

Контрастування з гамма-корекцією. З допомогою команди `imadjust` здійснюється коригування динамічного діапазону зображень.

```
>> figure, imhist (M); % Побудова гістограми вихідного зображення
```

(рис. 4.6, а)

```
I = imadjust (M, [0 75] / 255, [], 1); % Контрастування вихідного зображення
```

```
figure, imshow (I); % Вивід перетвореного зображення на екран
```

```
figure, imhist (I); % Вивід гістограми перетвореного зображення (рис. 4.6,
```

б)

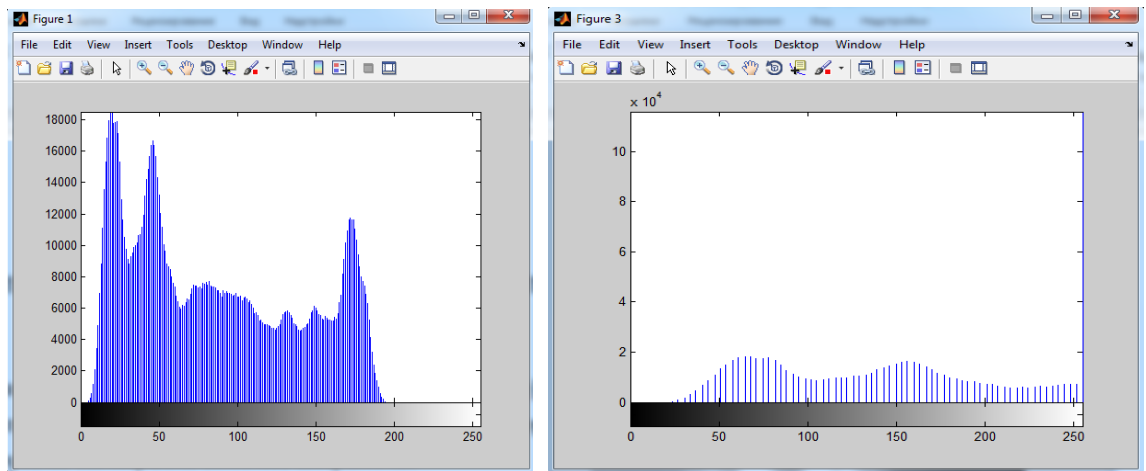


Рис. 4.6. Контрастування з гамма-корекцією: а) гістограма вихідного зображення б) гістограма перетвореного зображення

Результат контрастування з гамма-корекцією рентгенівського зображення не задовільний. Якість знімка не покращилася, навпаки, з'явилися висвітлені ділянки.

Засоби підсилення контрасту зображення. Інструмент підсилення контрасту (`Adjust Contrast tool`) реалізує інтерактивне регулювання контрасту і яскравості діапазону зображення, представленого в поточному вікні перегляду.

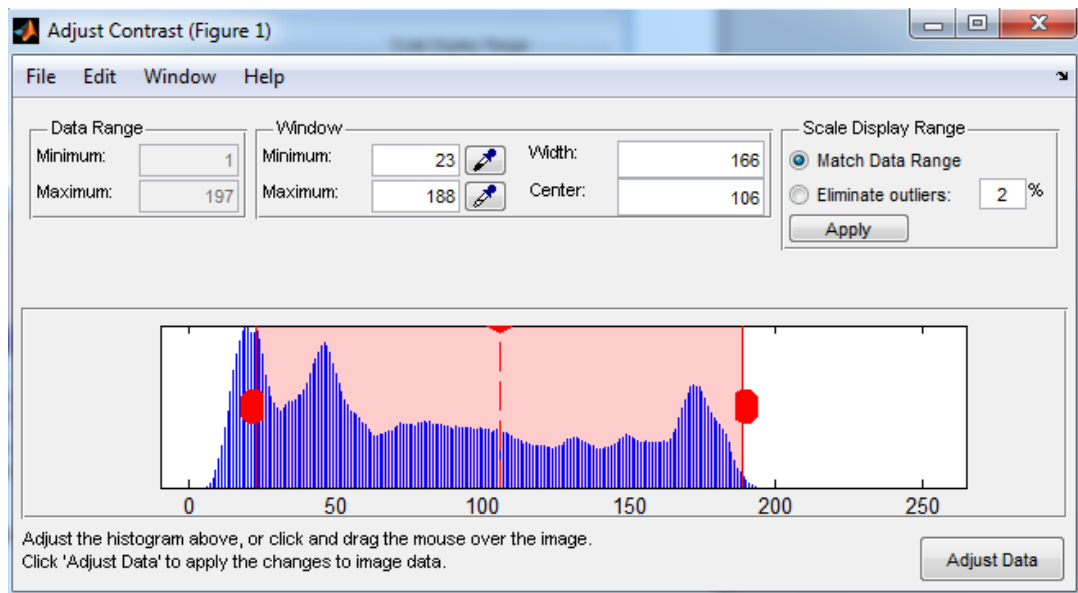


Рис. 4.7. Інструмент підсилення контрасту Adjust Contrast tool

4.4 Висновки до розділу 4

Проведено аналіз зображення, його сегментацію, фільтрацію та підвищення якості зображення, які необхідні, при автоматичній обробці в цифрових рентгенівських системах. Отримано результати реалізації цих методів в середовищі MATLAB. Якщо необхідно покращити якість зображення, то можна, застосувати функції поліпшення і фільтрації зображення. Якщо необхідно працювати з частинами (сегментами) знімка, то підійдуть функції сегментації зображення.

Крім того, для отримання якісної інформації про те чи інше зображенні необхідно застосовувати комплексний підхід до обробки, необхідно використовувати різні способи послідовно.

РОЗДІЛ 5

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Методика проведення медико-біологічних досліджень

Рентгенографія (англ. *projection radiography, plain film radiography, X-ray imaging, roentgenography, X-ray study, X-ray filming*) — дослідження внутрішньої структури об'єктів, які відображаються за допомогою рентгенівських променів. Найчастіше термін використовують у медичному контексті. Методика R_ö (рентгенівського) дослідження ґрунтується на утворенні тіньового забарвлення на рентгенівській плівці під дією X-променів.

При рентгенографії пучок рентгенівського випромінювання направляють на досліджувану частину тіла; X промені, що проникли через тіло хворого, попадають на плівку. Рентгенівська плівка має чутливість не тільки до рентгенівського випромінювання, але і до видимого світла. Тому її поміщають у касету, що захищає від видимого світла, але проникне для X променів. Зображення на плівці стає видимим після фотообробки (прояв, фіксування). Готовий висушений знімок розглядають на світлі або на негатоскопі. Знімок будь-якої частини тіла встановлюють на негатоскопі в такому положенні, у якому лікар досліджував би дану частину тіла у хворого.

Метод рентгенографії відрізняється великими перевагами. Він простий і необтяжливий для хворого. Знімки можна робити як у рентгенівському кабінеті, так і безпосередньо в операційній, перев'язочній, або навіть у палаті (за допомогою пересувних рентгенівських установок). На знімках виходить чітке зображення більшості органів. Деякі з них, наприклад кістки, легені, серце, добре помітні завдяки природній контрастності. Інші органи ясно відображаються на знімках після їх штучного контрастування. Знімок є документом, що може зберігатися довгий час. Його можуть розглядати багато

фахівців і порівнювати з попередніми і наступними рентгенограмами, тобто вивчати хвороби в динаміці.

Покази до рентгенографії досить поширені — з неї починають більшість рентгенологічних досліджень. Рентгенографію не слід застосовувати лише при загрозливому стані хворого, коли необхідно термінове оперативне втручання (наприклад, при відкритому пневмотораксі), а також при у край важкому стані хворого, коли будь-яке дослідження вже не може принести йому користі, але викликає зайві страждання.

Проведення рентгенографії вимагає дотримання визначених правил. Знімки кожного органа в більшості випадків повинні бути зроблені в двох взаємно перпендикулярних проекціях, зазвичай використовують пряму і бічну проекції. Знімки в двох взаємно перпендикулярних проекціях дозволяють, крім того, визначати топографоанатомічні співвідношення органів.

Для попередження шкідливого впливу X-променів на організм опромінюють лише досліджувану частину тіла, сусідні ділянки тіла закривають захисними пристосуваннями (зазвичай свинцевою гумою). Присутність сторонніх осіб (крім пацієнтів і персоналу) в процедурній рентгенкабінету заборонена, якщо необхідна присутність добровольців для допомоги важкохворому (зазвичай родичі), вони повинні бути одягнені в захисні фартухи з просвинцеваної гуми.

При рентгенографії прагнуть максимально наблизити досліджувану частину тіла до касети зплівкою. Тоді зображення є найбільш чітким і за розмірами мало відрізняється від справжньої величини досліджуваного органа. Але існує методика рентгенографії, при якій об'єкт, що досліджується, навпаки, поміщають порівняно далеко від плівки. У цих умовах через розбіжний характер пучка рентгенівського випромінювання виходить збільшене зображення органа. Такий спосіб зйомки одержав назву рентгенографії з прямим збільшенням зображення. Він здійснений тільки при наявності особливих «гострофокусних» рентгенівських трубок і

застосовується для вивчення дрібних деталей (маленьких вогнищ і судин невеликого калібру в легенях, окремих кісткових балок і трабекул тощо).

Розрізняють оглядові і прицільні рентгенограми. На оглядових одержують зображення частини ділянки тіла (грудна клітка, живіт тощо). А на прицільних знімках відображена окрема частина органа, що цікавить лікаря, причому в оптимальній проекції, необхідній для виявлення визначених деталей.

5.2 Обґрунтування вибору УДК напряму наукового дослідження

Універсальна десяткова класифікація (УДК) є міжнародною системою класифікації документів. Вона відповідає найістотнішим вимогам до класифікації (міжнародність, універсальність) та надає можливість відображати новітні досягнення науки й техніки без будь-яких суттєвих змін в її структурі. Такої гнучкості не має жодна з існуючих систем класифікації.

Наявність детально розробленої системи допоміжних таблиць визначників, здатність відображати нові поняття за допомогою розподілу рубрик від загального до конкретного також роблять систему УДК гнучкою. Це дає змогу багатоаспектно розкривати зміст матеріалів за допомогою комбінування індексів. Застосування визначників безмежно розширює можливості класифікації та відкриває нові для детальної класифікації матеріалу.

В основі структури УДК – принцип десяткових дробів. Для позначення рубрик застосовують арабські цифри, зрозумілі в усіх країнах, що робить УДК загальнодоступною міжнародною системою. Десятковий принцип структури дає змогу безмежно розширювати її за допомогою приєднання нових цифрових позначень до існуючих, не змінюючи системи загалом.

Індекси УДК побудовані так, що кожна наступна цифра, що приєднується до індексу, не змінює попереднє значення, а лише уточнює, позначаючи конкретніше поняття.

Отже, тема наукового дослідження включає у своїй структурі дві сторони:

Тема включає у своїй структурі дві сторони:

- 1) Медична (голосові сигнали).
- 2) Метод статистичного опрацювання

Згідно з класифікатором УДК (сайт - <http://teacode.com/online/udc/>), **медична сторона** класифікується наступною послідовністю дій, при виборі номера:

- 1) УДК 61 - Медицина. Охорона здоров'я. Пожежна справа;
- 2) УДК 616 - Патологія. клінічна медицина;
- 3) УДК 616-07 - Семіологія. Загальне вчення про прояви хвороби. Симптоматологія. Загальне вчення про ознаки і формах захворювань. Дослідження. Діагностика. Пропедевтика;
- 4) УДК 616-073 - Фізичні методи;
- 5) УДК 616-073.75 - Електродіагностика;
 - 6) УДК 616-073.75 - Рентгенографія. Рентгенодіагностика. Просвічування рентгеновими променями і застосування рентгенівських зображень з діагностичною метою

А технічна сторона класифікується наступною послідовністю:

- 1) УДК 51 - математика
- 2) УДК 519.2 - Теорія ймовірностей і математична статистика
- 3) УДК 519.21 - Теорія ймовірностей і випадкові процеси
- 4) УДК 519.218 - Випадкові процеси спеціального виду

Отже, загальний номер УДК буде мати наступний номер:

616-073.75:519.218

Отже, у розділі описано методику проведення медико-біологічного дослідження та обґрунтовано вибір УДК тематики за напрямом наукового дослідження

РОЗДІЛ 6

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1 Науково-технічна актуальність науково-дослідної роботи

Наукові дослідження, які є основою наступних стадій інноваційних процесів, класифікують по трьом видам: фундаментальні, пошукові та прикладні.

Фундаментальні дослідження проводять з метою отримання систематизованих даних щодо певної науково-технічної проблеми, виявлення нових закономірностей і принципів розвитку світу, обґрунтування нових понять, створення нових теорій.

Пошукові дослідження розвивають фундаментальні розробки з метою їх практичної використання, тобто вони спрямовані на конкретний науково-технічний результат.

Прикладні наукові дослідження, в свою чергу, базуються на пошукових і проводяться для розробки нових чи удосконалення існуючих технологічних процесів; створення матеріалів з особливими властивостями; принципово нових зразків машин, обладнання, приладів, оснащення, високотехнологічних наукомістких виробництв.

І, нарешті, розробки – технологічні, дослідно-конструкторські, проектні, організаційні роботи, які включають створення техніко-економічної документації для освоєння нововведень (нових технологій, нової продукції та виробництв, споруд, прогресивних методів організації та управління виробництвом) та їх дослідно-експериментального випробування.

Основне завдання економічного обґрунтування – довести, що тема досліджень, яку опрацьовує магістрант, має, перш за все, наукову, технічну, а також економічну, соціальну або екологічну значущість і сприяє тим самим зростанню темпів науково-технічного прогресу в цілому. З цією метою

акцентується увага на масштабах виробництва і використання продукції, на підвищення якості або удосконалення виробництва якої направлена тема магістерської роботи.

Ця частина економічного розділу повністю формується на основі критичного опрацювання фахових публікацій останніх років, які присвячені питанням, що стосуються теми дослідження. Всі викладки цієї частини повинні спиратись на конкретні кількісні оцінки експлуатаційних та технологічних властивостей матеріалів та виробів, обсягів їх виробництва та використання, режимів технологічних процесів, ринкової вартості виробів та технологічних матеріалів, сировини, енергоресурсів тощо з відповідним посилками в тексті на першоджерела.

Результатом цього розділу має стати чітко сформульована науково-технічна проблема, на вирішення якої повинна бути направлена дана дослідницька робота. Таким чином, сформульована проблема і тема науково-дослідницької роботи повинні знаходитись у логічній єдності між собою.

6.2 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи

Розрахунок усіх витрат організації-виконавця НДР, пов'язаних з виконанням теми, дає можливість встановити її собівартість або кошторисну вартість. Кошторис розробляє виконавець робіт на основі календарного плану проведення досліджень і затверджує замовник або орган, що забезпечує фінансування робіт. Як правило, кошторис складається до початку виконання робіт і тому називається плановим.

Встановлення величини витрат на проведення робіт по темі в розрізі типових статей кошторисної вартості (калькуляції собівартості) НДР наводяться нижче.

6.2.1 Витрати на оплату праці. Витрати за цією статтею включають заробітну плату безпосередніх виконавців теми, а заробітна плата

адміністративно-управлінського персоналу, працівників дослідних виробництв включаються в кошторисну вартість теми через статтю «Накладні витрати». Крім цього, слід враховувати, що для тем, які фінансуються за рахунок держбюджету прибуток не планується і тому в дану статтю витрат включається тільки основна заробітна плата (без премій та інших виплат, що здійснюються із прибутку). Витрати на оплату праці розраховують на основі даних про трудомісткість окремих робіт по темі (табл. 1.1) та посадових окладів безпосередніх їх виконавців.

Загальна трудомісткість робіт, що виконуються безпосередньо студентом (інженером - дослідником), визначається навчальним планом відповідного напрямку підготовки.

Таблиця 6.1

Трудомісткість робіт по темі НДР

Найменування робіт по темі дослідження	Трудомісткість за виконавцями, людино-днів					
	Провідний науковий співробітник	Старший науковий співробітник	Молодший науковий співробітник	Інженер	Лаборант	Студент
1. Уточнення та конкретизація завдань по темі дослідження	1	1	1	–	–	–
2. Аналіз науково-технічних публікацій з теми	1	–	2	–	–	1
3. Розроблення математичної моделі	2	2	2	–	–	–
4. Розроблення методу опрацювання	1	3	1	–	–	–
5. Експериментальні дослідження	2	2	2	2	2	2
6. Формування звіту по НДР	4	4	4	4	4	2
Разом за виконавцями теми	11	12	12	6	6	5

Подальші розрахунки витрат на оплату праці проводиться за алгоритмом, зрозумілим із табл. 6.2.

Середньоденна заробітна плата за категоріями виконавців розраховується шляхом ділення їх посадового місячного окладу на 21,2 (де 21,2 – усереднене число робочих днів за місяць).

Таблиця 6.2

Розрахунок витрат на оплату праці

Посада виконавців теми	Планова трудомісткість, люд-днів	Заробітна плата, грн		
		Посадовий місячний оклад	Середньоденна зарплата	Усього за виконавцями
1.Провідний науковий співробітник	11	4847	228,63	2514,93
2.Старший науковий співробітник	12	3768	177,74	2132,88
3. Молодший науковий співробітник	13	2036	96,04	1248,52
4. Інженер	6	1902	89,72	538,32
5. Лаборант	6	1470	69,34	416,04
6. Студент	5	1470	69,34	346,7
Разом оплата праці з теми				7196,39

6.2.2 Відрахування на соціальні заходи. До цієї статті витрат належать виплати у вигляді єдиного соціального внеску, які здійснює організація – виконавець теми в пенсійний фонд в розмірі 37,26%, що становить 2681,37 грн. від загальних витрат на оплату праці.

Базою вказаного нарахування слугують загальні витрати на оплату праці по темі (табл.6.2).

6.2.3 Обладнання, необхідне для проведення досліджень. В даній статті враховують вартість усіх видів матеріалів, необхідних для проведення НДР, з вирахуванням вартості зворотних відходів.

Тематика дослідницьких робіт, які виконуються на факультеті контрольно-вимірвальних та радіокомп'ютерних систем, передбачає використання, перш за все, комп'ютерної діагностичної системи, комп'ютерів для опрацювання кардіосигналів сигналів та формування матеріалів звітності, оргтехніки та інші.

Розрахунки зведено за формою у табл.6.3

Таблиця 6.3

Розрахунки витрат на обладнання

Найменування обладнання	Одиниця виміру	Кількість	Ринкова ціна за одиницю, грн	Сума,грн.
1. ПК (системний блок, монітор, клавіатура, мишка, кабель живлення)	шт	1	9300	9300
2. Принтер лазерний	шт	1	1800	1800
3. Кабель для підключення до ПК	шт	1	100	100
Загальні витрати на матеріали				11200

6.2.4 Енергоносії для проведення досліджень. На підприємстві електроенергія використовується для освітлення, живлення медобладнання, комп'ютерної техніки та оргтехніки.

$$Z_{cm} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot k_i \cdot t_i \cdot C_i, \quad (6.1)$$

де P_i – витрата i -го виду матеріального ресурсу, натуральні одиниці;

C_i - ціна за одиницю i -го виду матеріального ресурсу, грн;

k_i – коефіцієнт використання потужності i -го виду матеріального ресурсу;

t_i – час роботи i -го виду матеріального ресурсу;

i - вид матеріального ресурсу;

n - кількість видів матеріальних ресурсів.

Якщо для проведення НДР використовується електрообладнання, то необхідно розрахувати витрати на електроенергію за формою (6.1), наведеною в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4

Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Паспортна потужність, Вт	Коефіцієнт використання потужності	Час роботи обладнання для розробку АІС, год	Ціна електроенергії, Грн/ (кВт/год)	Сума, грн.
ПК (системний блок, монітор, клавіатура, мишка, кабель живлення)	200	0,15	100	1,72	5160
Принтер лазерний	500	0,25	3	1,72	645
Лампи розжарювання (освітлення)	100	0,85	10	1,72	1462
РАЗОМ витрати на електроенергію					7267

6.2.5 Витрати на службові відрядження. Дані витрати складаються із фактичних витрат на службові відрядження штатних працівників, зайнятих виконанням НДР: витрат на проїзд до місця відрядження і назад; витрат на проживання у готелі; добових витрат, які розраховуються на кожний день перебування у відрядженні, враховуючи час перебування в дорозі, та деякі інші.

Під час виконання НДР здійснюються ряд відряджень, які пов'язані із доповідями на конференціях, які наведено у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5

Приблизні витрати на службові відрядження

Тип відрядження	Кількість	Приблизна вартість відрядження
Конференція	5	1200
Здача звітів НДР	1	400
Впровадження результатів НДР	3	500
Всього	—	2100

6.2.6. Розроблення планової калькуляції кошторисної вартості теми. Планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі складається на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних (табл.6.6).

Таблиця 6.6

Планова калькуляція кошторисної вартості НДР

Найменування статей витрат	Сума, грн	Обґрунтування
1	2	3
1.Витрати на оплату праці	7196,39	Відповідно до розрахунків
2.Відрахування на соціальні заходи	2681,37	Відповідно до діючих загальнодержавних нормативів
3.Обладнання для проведення досліджень	11200	Відповідно до розрахунків
4.Енергоносії для проведення досліджень	7267	Відповідно до розрахунків
5.Витрати на службові відрядження	2100	Відповідно до розрахунків
6.Інші невраховані прямі витрати по темі	3044,48	10% від суми прямих розрахованих витрат по темі
7.Кошторисна вартість теми	33489,24	Сума попередніх статей

Кінцевим результатом науково-дослідницьких робіт є досягнення наукового, науково-технічного, економічного, соціального, екологічного та інших видів ефектів.

Науковий ефект від виконання теми передбачає приріст наукових знань у певній сфері науки, а науково-технічний ефект характеризує можливість використання цих наукових знань в інших наукових напрямках та при розробці

принципово нових технічних рішень. Економічний ефект відображає потенціал НДР в досягненні кращого співвідношення результатів виробництва до витрат і має прогнозний характер. Соціальний ефект заводитьсь до збільшення числа робочих місць, поліпшення умов праці та побуту, скорочення тривалості робочого тижня, розвитку охорони здоров'я, науки, культури, освіти. Екологічний ефект полягає в поліпшенні стану навколишнього середовища, зменшенні електромагнітного та іонізуючого випромінювання тощо.

6.3 Науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи

Економічна оцінка фундаментальних і пошукових НДР у вартісному вимірі, як правило, неможливо, бо ймовірність доведення результатів таких досліджень до конкретного практичного застосування невелике. Для таких досліджень рекомендується визначати науковий та науково-технічний ефект, який враховує результати наукових досліджень та їх значущість для прискорення науково-технічного прогресу та розвитку національної економіки.

Науковий та науково-технічний ефект рекомендується оцінювати коефіцієнтом науково-технічної ефективності ($E_{нт}$) за допомогою формули:

$$E_{нт} = \frac{\sum B_i \cdot B_{ij}}{\sum B_i \cdot B_{ij}^{\max}}, \quad (6.2)$$

де B_i – нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності (табл. 6.7);

B_{ij} – середнє значення балу, який виставляється експертами і-му фактору;

B_{ij}^{\max} – максимально можливе значення балу (табл. 6.8);

i – порядковий номер фактору;

j – відповідна характеристика i -го фактора.

Нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності наведені в табл. 6.7.

Таблиця 6.7

Нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів
науково-технічної ефективності

Фактори (i)	Коефіцієнти вагомості (B_i)
1.Новизна очікуваних або одержаних результатів	0,25
2.Глибина наукового опрацювання	0,16
3.Ступінь ймовірності успіху	0,09
4.Перспективність використання результатів	0,25
5.Масштаб можливої реалізації результатів	0,15
6.Завершеність одержаних результатів	0,10
Разом	1,00

Характеристика факторів науково-технічної ефективності НДР наведена в табл. 6.8.

Таблиця 6.8

Характеристика факторів науково-технічної ефективності НДР

Фактор наукової та науково-технічної ефективності	Характеристика фактора	Оцінка фактора	
		Якісна	Бальна A_{ij}^{\max}
1	2	3	4
1.Новизна одержаних або передбачуваних результатів	Одержані принципово нові результати, раніше невідомі в науці, розроблена нова теорія, відкрита нова закономірність	Висока	10
	Встановлені деякі часткові закономірності, методи, способи, які дозволяють створити принципово нові види техніки	Середня	7
	Позитивне вирішення поставлених задач на підставі простих узагальнень, аналіз зв'язків між факторами, розповсюдження відомих наукових принципів на об'єкти	Недостатня	3
	Опис окремих елементарних фактів, передача та поширення отриманих раніше результатів, реферативні огляди	Тривіальна	1

Продовження таблиці 6.8

1	2	3	4
2.Глибина наукового опрацювання	Проведена значна кількість експериментів по нетрадиційним методикам, виконані складні теоретичні розрахунки, підтверджені експериментальними даними	Істотна	10
	Проведена обмежена кількість розрахунків по відомим методикам, виконані теоретичні розрахунки невисокої складності, частково перевірені експериментальними даними	Середня	6
	Проведена недостатня кількість експериментів, виконані прості теоретичні розрахунки без експериментальної перевірки	Несуттєва	1
3.Стінь ймовірності успіху	Висока ймовірність повного вирішення поставлених задач НДР	Значна	10
	Середня ймовірність вирішення більшості експериментальних або теоретичних задач	Помірна	6
	Низька ймовірність вирішення поставлених задач, отримання позитивних результатів сумнівне	Незначна	1
4.Масштаб використання результатів	Результати можуть бути використані в багатьох наукових напрямках, мають значення для розвитку суміжних наук	Широкий	10
	Результати можуть бути використані в конкретному науковому напрямку при розробці нових технічних рішень, спрямованих на суттєве підвищення продуктивності суспільної праці	Достатньо широкий	8
	Результати будуть використані при проведенні наступних НДР, при розробці нових технічних рішень в конкретній галузі	Достатній	5
5.Ступінь реалізації результатів	Строк впровадження, роки: До 2	Висока	10
	До 4	Середня	7
	До 6	Достатня	4
	Більше 6	Недостатня	2
6.Завершення одержаних результатів	Авторське свідоцтво, стаття в фаховому виданні, методика, інструкція, класифікатор, стандарти, нормативи.	Висока	10
	Технічне завдання на прикладну НДР	Середня	8
	Рекомендації, розгорнутий аналіз, пропозиції	Достатня	6
	Огляд, інформаційне повідомлення	Недостатня	3

Кількісна оцінка факторів науково-технічної ефективності НДР здійснюється експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне. Отримані результати зводять за формою табл. 6.9.

Таблиця 6.9

Результати розрахунків науково-технічної ефективності НДР

Фактори науково-технічної ефективності	Характеристика фактора	Розрахунок B_{ij}			B_{ij}^{\max}
		Експертні оцінки		B_{ij}	
		1	2		
1.Новизна очікуваних або одержаних результатів	Встановлені деякі часткові закономірності, методи, способи, які дозволяють створити принципово нові види техніки	3	3	3	10
2.Глибина наукового опрацювання	Проведена обмежена кількість розрахунків по відомим методикам, виконані теоретичні розрахунки невисокої складності, частково перевірені експериментальними даними	6	6	6	10
3.Ступінь ймовірності успіху	Середня ймовірність вирішення більшості експериментальних або теоретичних задач	6	6	6	10
4.Перспективність використання результатів	Результати можуть бути використані в багатьох наукових напрямках, мають значення для розвитку суміжних наук	10	10	10	10
5.Масштаб можливої реалізації результатів	До 2 років	10	10	10	10
6.Завершеність одержаних результатів	Рекомендації, розгорнутий аналіз, пропозиції	6	6	6	10

Розраховане за формулою 6.2 значення $E_{нт}$ буде відображати рівень наукової та науково-технічної ефективності конкретної теми фундаментального чи пошукового дослідження:

$$E_{нт} = \frac{0.25 \cdot 3 + 0.16 \cdot 6 + 0.09 \cdot 6 + 10 \cdot 0.25 + 10 \cdot 0.15 + 6 \cdot 0.1}{1 \cdot 10} = 0,685 .$$

Загальну оцінку магістерської НДР можна здійснити, користуючись даними табл. 6.10.

Таблиця 6.10

Загальна оцінка наукової та науково-технічної ефективності
фундаментальних та пошукових НДР

Загальна оцінка наукової та науково-технічної ефективності		Можливі рекомендації по результатам виконання НДР
Розраховане значення E_{nt}	Загальна якісна оцінка ефективності	
0,91-1,00	Відмінно	Оформлення авторського свідоцтва, публікація у фаховому виданні, продовження досліджень по даній тематиці
0,76-0,90	Дуже добре	
0,61-0,75	Добре	Рекомендації можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів
0,36-0,60	Достатня	Переглянути технічне завдання у разі продовження досліджень по даній темі
Менш 0,35	Незадовільна	Здійснити всебічний аналіз отриманих результатів по темі

6.4 Висновки до розділу 6

У розділі на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 33489,24 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюється експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1 Охорона праці

Під час виконання досліджень використовується апарат для рентгенографії "Ренекс-ВЕТ", при роботі з яким потрібно забезпечити його безпечну експлуатацію. При використанні електричного обладнання є небезпека електротравматизму.

Апарат для рентгенографії "Ренекс-ВЕТ" відповідає стандарту безпеки ІЕС60601-1 від дії небажаної електричної дії.

Клас захисту від ураження електричним струмом 1. Живлення апарату 220 В.

Основним небезпечним фактором при ураженні людини електричним струмом є сила струму.

Ступінь негативного впливу струму на організм людини збільшується з силою струму (позначення — I), яка вимірюється в амперах (А).

Правила техніки безпеки при користуванні апаратом:

1. Перед вмиканням апарат необхідно візуально перевірити електрошнур на наявність механічних пошкоджень.
2. Забороняється працювати з апаратом вологими руками.
3. Не залишати апаратом без нагляду на довгий час, після закінчення роботи перевірити чи все вимкнено.
4. При виявленні або виникненні несправності в апараті негайно викликати працівника, що його обслуговує.
5. Категорично заборонено виконувати будь-які ремонтні роботи самостійно.

Умови експлуатації рентгенівського апарату "Ренекс-ВЕТ".

При експлуатації необхідно звертати особливу увагу на правильну експлуатацію і своєчасну повірку.

При експлуатації апаратом слід перевіряти герметичність з'єднань.

Якщо умови експлуатації апаратом відрізняються від умов, за яких проводилося його градування, то помилка в показаннях приладу може значно перевищити допустиме значення.

Правила користування рентгенівського апарату "Ренекс-ВЕТ":

- не допускати попадань роз'їдаючих речовин, вибухових речовин, впливу занадто високої, низької температури і вологи.
- якщо в апарат потрапляє волога або вода, припиніть роботу приладу.
- не застосовуйте гострих матеріалів по відношенню до кнопок на передній панелі.
- не занурюйте прилад у рідину.

Отже, апарат для рентгенографії "Ренекс-ВЕТ" є безпечним з точки зору охорони праці та електробезпеки, і тим самим мінімізує ризик ушкодження електричним струмом при експлуатації.

7.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

7.2.1 Законодавчі та нормативні акти з безпеки життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях

Правове забезпечення безпеки життєдіяльності в Україні орієнтовано на державну політику щодо забезпечення життєдіяльності населення у техногеннобезпечному й екологічному чистому світі. Екологічно чистий світ можливий лише при відсутності загрози з боку природних об'єктів чи при умові недопущення виникнення джерел техногенної безпеки. Із зазначених позицій основне місце посідає законодавство у галузі регулювання відносин з охорони здоров'я людини та навколишнього середовища, безпеки в надзвичайних та повсякденних ситуаціях, тобто безпеки життєдіяльності. Ці

відносини регулюються нормативними актами різної юридичної сили: конституцією, законами, урядовими підзаконними актами, галузевими інструкціями вимог і правил безпеки життєдіяльності та відповідними актами місцевих органів влади. Суспільство і держава відповідальні перед сучасним і майбутніми поколіннями за рівень здоров'я і збереження генофонду народу України, забезпечують пріоритетність охорони здоров'я в діяльності держави, поліпшення умов праці, навчання, побуту і відпочинку населення, розв'язання екологічних проблем, вдосконалення медичної допомоги і запровадження здорового способу життя.

Головним законодавчим актом України є Конституція, цілий ряд статей якої стосується питань безпеки життєдіяльності, зокрема:

Стаття 3: "Людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю";

Стаття 16: "Забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території України, подолання наслідків Чорнобильської катастрофи - катастрофи планетарного масштабу, збереження генофонду Українського народу є обов'язком держави";

Стаття 27: "Кожна людина має невід'ємне право на життя... Обов'язок держави - захищати життя людини. Кожен має право захищати своє життя і здоров'я, життя і здоров'я інших людей від протиправних посягань";

Стаття 43: "Кожен має право на належні, безпечні і здорові умови праці, Використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється";

Стаття 46: "Громадяни мають право на соціальний захист... "

Стаття 49: "Кожен має право на охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування";

Стаття 50: "Кожен має право на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди.

Кожному гарантується право вільного доступу до інформації про стан довкілля, про якість харчових продуктів і предметів побуту, а також право на її поширення. Така інформація ніким не може бути засекречена";

Стаття 66: "Кожен зобов'язаний не заподіювати шкоду природі, культурній спадщині, відшкодовувати завдані ним збитки";

Стаття 68: "Кожен зобов'язаний неухильно додержуватись Конституції України та законів України, не посягати на права і свободи, честь і гідність інших людей".

Конституційні права громадян з питань безпеки життєдіяльності конкретизуються у цілому ряді законодавчих і нормативних актів, які є підвалинами та базою побудови державної системи безпечної життєдіяльності населення України.

7.2.2 Надзвичайні екологічні ситуації та екологічний ризик

Особливу роль у житті людини відіграють надзвичайні ситуації, що виникають під час стихійних лих або техногенних катастроф. Разом із соціальними та економічними збитками надзвичайні ситуації завдають також екологічної шкоди, що відображається в руйнуванні й деградації природних систем, забрудненні повітря, водойм і ґрунтів. У результаті виникають надзвичайні екологічні ситуації. Надзвичайні екологічні ситуації — ті ситуації, що виникають унаслідок раптових природних лих або техногенних аварій і супроводжуються великими збитками. Характерними особливостями цих ситуацій є велика гострота прояву, значні відхилення показників навколишнього середовища від норми (перевищення граничнодопустимих концентрацій (ГДК) забруднювальних речовин у сотні, тисячі й навіть десятки тисяч разів); ураганні швидкості вітру; затоплення селітебних територій (населених пунктів); виникнення катастрофічних селевих потоків та ін.

Звичайно, такі відхилення тривають недовго — години, дні, десятки днів, іноді більше. Потім ступінь гостроти екологічного стану зменшується, хоча може залишатися досить високим. Отже, поняття надзвичайна екологічна

ситуація та катастрофічна екологічна ситуація розрізняються тим, що перша триває порівняно недовго, але настає раптово та характеризується виключно високими відхиленнями стану навколишнього середовища від норми, а друга — досить тривала (як правило, роки), але має меншу гостроту прояву.

Надзвичайна ситуація за певних обставин може перетворитися на катастрофічну. Наприклад, ситуація у Чорнобильській зоні. Протягом майже місяця радіаційна обстановка в Чорнобилі була надзвичайною. Після спорудження саркофага викиди радіоактивних елементів різко зменшилися, але забруднення до того часу охопило великі території. Таке високе радіаційне забруднення продовжується вже понад два десятиріччя. За оцінкою спеціалістів, екологічна ситуація в Чорнобильській зоні є катастрофічною.

Таким чином, надзвичайні екологічні ситуації відображаються у порушенні нормального функціонування природних і природно-антропогенних систем, пов'язаних із раптовими природними або техногенними впливами (стихійні лиха, катастрофи, аварії), що супроводжуються соціальними, економічними та екологічними збитками і потребують для ліквідації особливих управлінських рішень. Збитки виявляються у загибелі та пораненні людей, погіршенні їх здоров'я, руйнуванні матеріальних об'єктів, структури природних і природно-антропогенних систем, втраті їх природно-ресурсного і екологічного потенціалу. Довготривала надзвичайна ситуація зумовлює формування зони екологічної катастрофи або екологічного лиха.

Основні функції щодо запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям та подолання їх на державному рівні виконують міністерства з надзвичайних ситуацій.

Ризик — це об'єктивне поняття, він пов'язаний практично з будь-якою діяльністю людини. Уміння усвідомлювати ступінь ризику дає змогу людині оцінити власні можливості й вибрати напрями поведінки при цьому. Під сутністю терміна ризик розуміють імовірність, по-перше, будь-якої

небезпечної події; по-друге, негативних наслідків від неї та обсягу очікуваних збитків. Одні ризики конкретні, інші — не мають такого визначення. Існують професійні ризики (наприклад, небезпека професійних захворювань) і такі, яких зазнає все населення (екологічний, економічний, геологічний, політичний ризики).

Предметом нашого дослідження є екологічний ризик, чіткого визначення якого досі немає. М.Ф. Реймерс вважає, що це ймовірність наслідків будь-яких (специфічних або випадкових, поступових або катастрофічних) антропогенних змін природних об'єктів і факторів^{*22}. З екологічним ризиком пов'язані поняття екологічної безпеки і небезпеки. Ці альтернативні категорії стосуються населення як реципієнта дії навколишнього середовища за його відповідно несприятливого чи сприятливого статусу.

Техногенний екологічний ризик виникає у зв'язку з аваріями на ЛЕС, аваріями танкерів, на небезпечних хімічних виробництвах, під час руйнування гребель водосховищ тощо. Причинами аварій є інтенсивність технологічних процесів та зв'язків, висока концентрація виробництва, ресурсомісткість і багатовідходність технологій, погана оснащеність очисними й утилізаційними пристроями.

7.2.3 Засоби індивідуального захисту

Індивідуальний спосіб захисту передбачає застосування індивідуальних засобів захисту органів дихання, шкіри, а також медичних засобів захисту. Цей спосіб широко застосовують у мирний час в умовах радіоактивного забруднення, в зонах, заражених сильнодіючими ядучими речовинами, осередках біологічного зараження, районах стихійних лих. У режимі надзвичайної ситуації і надзвичайного стану всі заходи, які передбачається застосовувати для захисту населення, включають застосування засобів індивідуального захисту.

Індивідуальні засоби захисту призначені для захисту людей від радіоактивних, отруйних і сильнодіючих ядучих речовин, а також бактеріальних засобів. За призначенням засоби індивідуального захисту поділяються на засоби захисту органів дихання і шкіри.

За принципом захисту вони бувають фільтруючі та ізолюючі.

Фільтрація полягає в тому, що повітря, яке проходить у засобах захисту органів дихання через фільтруючі елементи, шар активованого вугілля, звільняється від шкідливих домішок і надходить в організм людини чистим.

Індивідуальні засоби захисту ізолюючого типу за допомогою матеріалів, непроникних для зараженого повітря, повністю ізолюють організм людини від навколишнього повітря.

За способом виготовлення індивідуальні засоби захисту поділяються на виготовлені промисловістю і найпростіші, або підручні, які виготовлені з підручних матеріалів.

Засоби індивідуального захисту є табельні, забезпечення якими передбачається табелями (нормами) оснащення залежно від організаційної структури формувань цивільного захисту, і не табельні, як доповнення до табельних засобів або для зміни їх.

Для захисту органів дихання людей у системі цивільного захисту є протигази. Вони захищають органи дихання, обличчя й очі людини від радіоактивних речовин, небезпечних хімічних сполук і бактеріальних речовин, що знаходяться в повітрі.

Щоб індивідуальні засоби захисту органів дихання забезпечували надійний захист, вони мають відповідати таким вимогам: забезпечувати низьку опірність диханню для зменшення втоми; забезпечувати подачу чистого повітря без його забруднення через підсос; забезпечувати потік сухого повітря до окулярів щоб не запотівали; мати малий мертвий об'єм для запобігання вдихання вдруге повітря, що видихається; легко і швидко збиратись; не заважати працювати в місцях з обмеженим доступом повітря;

бути легкими і міцними; підтримувати задовільний рівень комфортності, щоб стимулювати використання, знижувати втому і сприяти зосередженню уваги того, хто ними користується; мати низький рівень шуму дихального клапана, щоб не відволікати користувача; мати переговорну мембрану, яка швидко може замінитись на радіопереговорний пристрій.

За принципом дії протигази поділяються на фільтруючі та ізолюючі.

Фільтруючі протигази є основними і найбільш поширеними для захисту органів дихання.

До комплекту протигаза ЦП-7В входить лицева частина МЦВ-В, аналогічна лицевій частині МЦП, але додатково під переговорним пристроєм є пристосування для прийому води — це гумова трубка з мундштуком і ніпелем, за допомогою спеціальної кришки можна приєднувати до фляги.

Фільтруючі протигази не захищають від окису вуглецю (чадного газу), тому для захисту від нього застосовують гоп-калітовий патрон, який приєднується до протигазової коробки.

Проведені в останні роки дослідження дали можливість розширити застосування цивільних протигазів для дорослих і дітей з метою захисту від СДЯР.

Від хлору і сірководню у концентрації 5 мг/л цивільні протигази захищають і без додаткових патронів протягом 40 хв, а дитячі — 80 хв.

Для захисту від парів і аерозолів таких СДЯР, як хлор, фосген, синильна кислота, хлорпікрин, етилмеркаптан можна застосувати цивільні протигази з часом захисної дії в 2,5—3 раза меншим, ніж вказано для промислових протигазів. Такі протигази комплектуються лицевими частинами від цивільних протигазів і протигазовими коробками, які спеціалізовані за призначенням. У протигазових коробках розміщені один або кілька поглиначів і аерозольний фільтр. Коробки різного призначення відрізняються кольором і літерними позначеннями (табл. 109).

До ізолюючих засобів шкіри належать: легкий захисний костюм Л-1, захисний комбінезон і загальновійськовий захисний комплект.

Фільтруючі засоби захисту шкіри — комплект захисного фільтруючого одягу ЗФО, який захищає шкіру людини від отруйних і сильнодіючих ядучих речовин, що перебувають у пароподібному стані, а також від радіоактивних речовин і бактеріальних засобів у вигляді аерозолів.

Для тимчасового захисту шкіри від радіоактивного пилу, хімічно небезпечних речовин і бактеріальних засобів, якщо немає табельних 313, можна використовувати, особливо населенню, звичайний одяг і взуття. Плащі, накидки, куртки, пальта з прогумованої тканини, шкіри, із хлорвінілу, поліетилену або цупкої вовняної тканини, гумове і шкіряне взуття, рукавиці служать захисним засобом протягом 5—10 хв; а вологий одяг протягом 40—50 хв. Цього часу достатньо, щоб вийти із зараженої території.

З метою посилення захисних властивостей звичайного одягу проти небезпечних хімічних речовин можна просочити його миючими засобами ОП-7, ОП-10 або мильно-мастильною емульсією.

Медичні засоби захисту призначені для профілактики і надання допомоги, запобігання ураженню або значного зниження його ступеня, підвищення стійкості організму до уражаючого впливу радіоактивних, отруйних речовин, СДЯР і бактеріальних засобів.

До медичних засобів захисту належать радіозахисні препарати, засоби захисту від впливу отруйних речовин (антидоти), протибактеріальні засоби — сульфаніламід, антибіотики, вакцини, сироватки та ін.

РОЗДІЛ 8

ЕКОЛОГІЯ

8.1. Актуальність охорони навколишнього середовища та екології

Екологія - відносно молода біологічна наука. Ще не так давно нею цікавилася невелике коло спеціалістів. Останніми десятиріччями вона почала швидко розвиватись. Цьому сприяла необхідність вирішення таких важливих проблем сучасності, як раціональне використання природних ресурсів, профілактика забруднення середовища промисловими відходами та транспортом, запобігання знищенню природних угруповань, збереження генофонду рослинного і тваринного світу. Екологія дає уявлення про те, яким чином досягти симбіозу техніки, виробництва і природи — цих не досить узгоджених у наш час компонентів біосфери та соціосфери. Тому вкрай необхідна не лише чітка стратегія охорони природного середовища та посилення контролю за природокористуванням, але й добре продумана система екологічної освіти й виховання населення.

Для сучасної людини знання основ екології не менш важливе, ніж основ фізики, хімії, математики. Екологізація виробництва - один з провідних напрямів науково-технічної революції, покликаної не тільки забезпечити узгоджене функціонування природних і технічних систем, а й значно підвищити ефективність останніх. Таким чином, екологія все більше набуває особливостей прикладної науки.

Проблема полягає в тому, що прісну воду, необхідну для життєдіяльності людини, випиває, образно кажучи, її дитя - сучасна індустрія. У промислово розвинених країнах на одну людину витрачається 1,2-1,5 тис.м³ води/рік. Ще недавно витрати води на одного мешканця міста становили 30-40 літрів на добу, а сьогодні - майже 300 літрів.

Перехід людства від примітивного землеробства до індустріалізації, проявилися в зміні кількісних і якісних характеристик відходів, які різко

погіршили біологічну цінність водних ресурсів. Багато річок в Україні фактично перетворилися на колектори стічних та шахтних вод.

Особливої уваги вимагають малі річки України, яких налічується близько 22,5 тис. Вони забруднюються пестицидами, добривами та хімікатами, а також стоками тваринницьких комплексів.

Основним напрямом охорони водних ресурсів повинно стати очищення стоків як промислових і сільськогосподарських, так і комунальних. Одночасно слід активніше впроваджувати технології, які б зменшували до мінімуму хімічні забруднення наземних і підземних вод.

8.2. Класифікація стічних вод і їх забруднень

Стічні води - це води, що використовувались на побутові або промислові потреби і при цьому були забруднені, що привело до зміни їх початкового хімічного складу або фізичних властивостей. До стічних вод також відносять забруднені води атмосферних опадів, воду від миття вулиць та машин автотранспорту.

У високорозвинених в індустріальному відношенні країнах кількість промислових стічних вод значно більша, ніж побутових.

Але далеко не вся вода промислових підприємств попадає в системи міських каналізацій. Так звана умовно чиста вода (від охолодження установок, а також мало забруднена в процесі виробництва) часто відводиться індивідуальною мережею безпосередньо у водойму або повертається для повторного використання. Тому в загальній кількості стічних вод, що попадають на очисні споруди, промислові води складають вже значно менший процент.

Склад побутово-стічних вод майже однотипний і постійний внаслідок відносної одноманітності господарської діяльності людини. Склад промислових стічних вод досить різноманітний і залежить не тільки від виду виробництва, але й від встановленого технологічного процесу. Що

стосується атмосферних опадів, то для них характерна епізодичність утворення (і потрапляння у каналізаційну мережу) та різка нерівномірність по витратам і якості води.

Побутові стічні води, крім цього, завжди мають у своєму складі біологічні забруднення, які представлені бактеріями, в основному виділеними із кишечника людини, дріжджовими та цвілевими грибками, дрібними водоростями, вірусами, у зв'язку з чим ці стоки представляють значну епідеміологічну загрозу для людини, тваринного і рослинного світів.

Склад стічних вод промислових підприємств досить різноманітний та індивідуальний, але у більшості випадків в цих водах відсутні деякі із органогенних елементів (P, N) і звичайно вони не забруднені патогенною мікрофлорою.

8.3. Проблема радіаційного забруднення природного середовища

Цей вид впливу людської діяльності на природне довкілля почав проявлятися недавно - після практичного втілення наукових розробок початку ХХ століття: наявності речовин, які вилучають промені, здатні проникати через непрозорі предмети і тіла (Рентген - 1895 р.) та ядерні перетворення деяких елементів, під час яких виділяється величезна енергія (Резерфорд - 1911 р., Астон - 1920 р., Чедвик - 1932 рм Жоліо-Кюрі - 1934 р. та інші).

На біду людства саме вчені-фізики явились ініціаторами практичного використання ядерної енергії в військовій справі. 2 серпня 1939 року А. Ейнштейн у листі президентові США Рузвельту писав: "...у найближчому майбутньому можливе перетворення урану в нове і важливе джерело енергії. Це може навести на думку про виготовлення відповідних бомб нового типу, які мають надзвичайну потужність". 2 грудня 1942 року Фермі здійснив першу регульовану атомну реакцію на реакторі, а 16 липня 1945 року пройшло перше випробування ядерної бомби на полігоні. 6 серпня 1945 року на Хіросіму

скинуто першу атомну бомбу, в якій як вибухівка було використано уран-235, а через три дні плутонієва бомба вибухнула над Нагасакі.

Сьогодні основними типами джерел радіоактивного забруднення природного середовища є:

- уранова промисловість, яка займається видобуванням, переробкою, збагаченням і виготовленням ядерного палива. Основною сировиною для палива є уранова руда, в якій вміст такого компонента, як уран-235, властивості якого використовуються, складає десяти долі відсотка. Руда "збагачується" - з неї вилучається частина домішків, і паливо для цивільних атомних електростанцій (АЕС) вміщує урану-235 декілька відсотків (2...4). Бойовий ядерний заряд значно більше сконцентрований. Аварійні ситуації можуть виникнути при виготовленні, зберіганні і транспортуванні ядерних виробів, зокрема тепло виробляючих елементів (твелерів);

- ядерні реактори різних типів, в активній зоні яких зосереджено велику кількість радіоактивної речовини і які є (по вислову фізиків) атомними бомбами, процеси в яких уповільнено до стаціонарного стану. Тому при проектуванні і будівництві АЕС здійснюються ґрунтовні засоби безпеки. Вчені США обрахували, що ймовірність аварії на американській АЕС дорівнює одній за мільйон років, що в п'ять тисяч разів менше за ймовірність аварії літака. Але аварії на АЕС трапляються: в США були аварії в 1975 і 1979 роках, в Японії - в 90-ті роки, в 1986 р. - Україні. В табл. 4.2 наведені порівняльні дані по деяких радіаційних викидах.

Технології переробки на сучасних заводах недосконалі, і фахівці ведуть пошук шляхів вирішення цього найактуальнішого для атомної енергетики питання. Під час роботи підприємств радіохімічної промисловості в атмосферу потрапляє деяка кількість радіоактивного йоду-131, а в водойми - стічні слаборадіоактивні води;

- місця переробки і захоронення радіоактивних відходів, які внаслідок неможливості забезпечити абсолютну ізоляцію джерела радіації виділяють

радіонукліди в природне середовище. Спочатку цьому питанню не приділяли належної уваги і ядерні держави скидали радіоактивні відходи в ріки, моря та океани, у вироблені штольні. Зараз розроблені технології, за якими радіоактивні відходи поміщаються у герметичні капсули, які зберігаються в спеціальних сховищах;

- використання радіонуклідів у народному господарстві у вигляді закритих радіоактивних джерел невеликої потужності у промисловості, медицині, геології, сільському господарстві. Радіоактивний аналіз використовується для виявлення в речовині певного елемента шляхом бомбардування речовини ядерними частками великої енергії. Гама-промінь дозволяє розділити суміш на складові, які по-різному пропускають радіацію. Безперервні процеси контролю якості та обліку кількості виробів - теж сфера використання радіаційного променя. Вивчення біологічних процесів, діагноз і лікування захворювань. Прискорення росту рослин, підвищення врожайності та таке інше. Мала потужність таких джерел в умовах нормальної експлуатації не призводить до значного радіаційного забруднення довкілля. Але при недостатній кваліфікації споживачів, відсутності жорсткого контролю за використанням, перевантаженості наявних сховищ для використаних виробів та з інших причин питання радіаційного забруднення джерелом невеликої потужності має велике значення.

Шкідливість радіоактивних відходів коливається від низької у малоактивних відходів з швидким розпадом до дуже високої у високоактивних відходів. Щорічно під час виробництва ядерної енергії утворюється 200 тис. м³ відходів з низькою і проміжною активністю і 10 тис. м високоактивних відходів і відпрацьованого ядерного палива. Відходи накопичуються, їх кількість стрімко збільшується. На рис 4.3 представлена динаміка відпрацьованого палива АЕС.

Враховуючи небезпеку для біосфери від ядерного забруднення, суспільство вживає охоронних заходів. У 1963 році підписано Договір про

заборону випробування ядерної зброї в атмосфері, космічному просторі і під водою, в 1971 році - Договір про заборону розміщення на дні морів та океанів ядерної та інших видів зброї масового знищення, а в 1986 році - Конвенцію про оперативне оповіщення у випадку ядерної аварії та про допомогу у випадку ядерної аварії чи аварійної ситуації.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті виконання досліджень отримано наступні результати.

Встановлено, що існуючі методи променевої діагностики можна розділити на рентгенологічний, радіонуклідний, магнітно-резонансний та ультразвуковий. Рентгенологічний метод є найбільш поширеним. Ґрунтується він на пропусканні через організм людини так званого Х-випромінювання та за результатами зміни його інтенсивності формуванні зображення внутрішньої структури організму.

Проаналізовано такі методи діагностування з використанням Х-випромінювання, як рентгенологія, рентгенографія, флюорографія, комп'ютерна томографія, ангіографія. В усіх зазначених випадках проводиться формування рентгенівських зображень, які зачасту потребують додаткової обробки. Проводити таку обробку зручно, якщо зображення отримане в цифровій формі. Розглянуто стандарти на такі медичні зображення.

Встановлено, що для передачі зображень найбільш широко використовується стандарт DICOM, розроблений Американською колеґією радіолоґії та Національною асоціацією виробників електроніки

Проаналізовано способи отримання рентгенівських зображень.

Проаналізовано методи отримання зображень в цифровій рентгенографії. Встановлено, що перевагами цифрової рентгенографії в першу чергу є значне зниження дози опромінення, часу експозиції, що визначається чутливістю перетворювачів, якість самого зображення, можливість застосування методів цифрового опрацювання, сегментації і розпізнавання окремих об'єктів зображення, можливість автоматизації процедур опрацювання зображень та формування попередніх рішень.

Проаналізовано особливості цифрової обробки зображень. Розглянуто етапи такої обробки, зокрема проведення зміни масштабу, покращення зображення, стиснення, морфологічне опрацювання, сегментація,

розпізнавання, та проаналізовано використання таких етапів до обробки рентгенівських зображень.

Проведено аналіз зображення, його сегментацію, фільтрацію та підвищення якості зображення, які необхідні, при автоматичній обробці в цифрових рентгенівських системах. Отримано результати реалізації цих методів в середовищі MATLAB. Якщо необхідно покращити якість зображення, то можна, застосувати функції поліпшення і фільтрації зображення. Якщо необхідно працювати з частинами (сегментами) знімка, то підійдуть функції сегментації зображення.

Крім того, для отримання якісної інформації про те чи інше зображенні необхідно застосовувати комплексний підхід до обробки, необхідно використовувати різні способи послідовно.

Бібліографія

1. Авшаров Е. М., Абгарян М. Г., Сафарянц С. А. Обработка медицинских изображений, как необходимый инструментарий медицинского диагностического процесса [Электронный ресурс]. — Электрон, текстовые дан. — Режим доступа: www.course-as.ru/download/pdf/Processing_of_medical_images.pdf. — Загл. с экрана.
2. Дуданов И. П., Гусев А. В., Романов Ф. А., Воронин А. В. Медицинские информационные системы – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2005 – 404с.
3. Антонов А. О., Антонов О. С., Лыткин С. А. Цифровая рентгенографическая система [Текст] // Медицинская техника. — М.: Медицина, 1995. — № 3. — с. 3-6.
4. Стандарт DICOM [Электронный ресурс]. — Электрон, текстовые дан. — Режим доступа: <http://mri.com.ua/page/text/name=dicom>. — Загл. с экрана.
5. Стандарт DICOM 3.0 [Электронный ресурс]. — Электрон, текстовые дан. — Режим доступа: <http://www.course-as.ru/dicomdoc.html>. — Загл. с экрана.
6. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB [Текст] / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. — М.: Техносфера, 2006. — 616 с.
7. Журавель И. М. Краткий курс теории обработки изображений. — <http://matlab.exponenta.ru/>.
8. Биргер А. И. Техническая диагностика. — М.: Машиностроение, 1978. — 240 с.
9. Абраменова И. В., Дьяконов В. П., Круглов В. В. Matlab 5.3.1 с пакетами расширений. Под ред. проф. В. П. Дьяконова. — М.: Нолидж, 2001. — 880 с.
10. Физика визуализации изображений в медицине: В 2-х томах. Т.1:Пер. с англ./Под ред. С.Уэбба.-М.:Мир,1991.- 408 с.

11. Антонов А.О., Антонов О.С., Лыткин С.А.//Мед.техника.-1995.- № 3
- с.3-6
12. Беликова Т.П., Лапшин В.В., Яшунская Н.И.//Мед.техника.-1995.- № 1-с.7
13. Рентгенотехника: Справочник. В 2-х кн. 2/ А.А.
14. Алтухов, К.В. Ключева. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1992. — 368 с.

ДОДАТКИ

Текст програми фільтрації зображення

```
>> [f1 f2] = freqspace (15, 'meshgrid'); % Отримання нормалізованих  
значень частот  
% Формування бажаної АЧХ, як функції відстані від початку координат.  
dist = abs (f1) + abs (f2);  
H = dist / max (dist (:));  
mesh (f1, f2, H), colormap (cool (32)); % Вивід на екран бажаної АЧХ  
h = fsamp2 (f1, f2, H, [3 3]); % Формування маски КІХ-фільтра  
figure, colormap (cool (32)), freqz2 (h); % Вивід на екран АЧХ  
i = mat2gray (filter2 (h, im2double (M))); % Фільтрація зображення  
M = imadjust (M, [0 0.8], []); % Контрастування результату фільтрації  
figure, imshow (M); % Вивід зображення на екран
```

УДК 621.386

І. Журавлюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ЦИФРОВОЇ Х-ПРОМЕНЕВОЇ ДІАГНОСТИКИ

Під діагностикою в медицині розуміють розрізнення станів функціонування органів чи систем, зокрема для виявлення патологічних станів чи зміни стану при проведенні реабілітації цієї системи. Методи діагностики можуть бути лабораторними, інструментальними та фізикальними, а в залежності від степені впливу на досліджуваний об'єкт – інвазивними та неінвазивними. При цьому, основна перевага (за можливості) віддається неінвазивним методам, під час проведення яких не відбувається прямого проникнення в організм людини, а необхідна для діагностики інформація отримується опосередковано, за допомогою допоміжних засобів. До таких неінвазивних методів належать електрокардіографічні, реографічні, електроенцефалографічні, рентгенографічні методи дослідження тощо.

Для тих задач, де центральне місце в діагностичному процесі займають фізичні методи візуалізації внутрішніх структур організму, незамінними є методи рентгенодіагностики, що полягають в отриманні та аналізі рентгенографічних зображень внутрішніх структур організму людини. Такі зображення отримуються в результаті взаємодії квантів Х-випромінювання з приймачем і являють собою розподіл квантів, які пройшли через тіло пацієнта і були зареєстровані детектором. Такі зображення являють собою двовимірну проекцію тривимірного розподілу ослаблення Х-променів в тілі. З усіх рентгенографічних методів найбільш інформативним є метод Х-променевої (комп'ютерної) томографії, при якій шляхом пошарового та поступового пропускання через тіло людини пучка Х-випромінювання, оцінювання зміни інтенсивності такого випромінювання в різних напрямках поширення, оцифрування отриманих даних та шляхом застосування до опрацювання отриманого масиву даних зміни інтенсивності спеціального математичного апарату, формуються цифрові зображення плоских зрізів тіла людини, на яких можна диференціювати та ідентифікувати окремі анатомічні структури. При цьому, на якість отриманого зображення впливають зовнішні та внутрішні фактори, зокрема функціональна рухливість окремих органів, що призводить до розмиття меж таких органів на зображенні та зниження діагностичної роздільної здатності самих зображень.

При цьому, актуальним є завдання розроблення методів опрацювання цифрових зображень Х-променевої діагностики, які давали б можливість проведення попереднього нормування зображень, покращення роздільної здатності та можливості диференціації меж анатомічних структур на зображеннях.

Література.

1. Физика визуализации изображений в медицине: в 2-х томах. Пер. с англ. / Под ред. С.Уэбба. – М.: Мир, 1991. – 814с.
2. Абакумов В.Г. Биомедицинские сигналы. Генезис, обработка, мониторинг / В.Г. Абакумов, О.И. Рибин, Й. Сватош. – К.: Нора-принт, 2001. – 516 с.
3. Введение в современную томографию / К.С.Тернова и др. – К.: Наукова думка, 1983. – 231с.
4. Дуданов И. П., Гусев А. В., Романов Ф. А., Воронин А. В. Медицинские информационные системы – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2005 – 404с.