

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ім. М.І.ПИРОГОВА**

КАФЕДРА МЕДИЧНОЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ФІЗИКИ

**ОСНОВИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В
СИСТЕМІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я.
ОБРОБКА ТА АНАЛІЗ МЕДИЧНИХ ДАНИХ**

**Збірник методичних рекомендацій
до практичних занять з медичної інформатики
(модуль №1)
для студентів II-го курсу медичного факультету**

Під редакцією проф. І. І. Хаїмзона

Видання друге, перероблене та доповнене

Вінниця, 2011

Затверджено на засіданні Центральної координаційної методичної ради
Вінницького національного медичного університету ім. М.І.Пирогова

АВТОРИ:

І.І. Хаймзон

Ю.П. Гульчак

А.Т. Теренчук

Б.Ф. Коваль

В.М. Дідич

РЕЦЕНЗЕНТИ:

- д.т.н., проф., завідувач кафедри автоматики та інформаційно-вимірювальної техніки Вінницького національного технічного університету

Р.Н. Кветний

- д.мед.н., проф., директор науково-дослідного центру Вінницького національного медичного університету ім. М.І.Пирогова ***І.В. Гунас***

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ. ВХІДНИЙ КОНТРОЛЬ.

ВСТУП ТА СТРУКТУРА МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАТИКИ.

Місце та значення предмету "Медична інформатика" в загальній системі медичної освіти.

Аналіз історичного розвитку суспільства доводить, що основною його рушійною силою є науково-технічний прогрес (НТП). Для останньої чверті ХХ сторіччя визначальним елементом науково-технічного прогресу є, безумовно, комп'ютерна техніка та інформатика, які проникли буквально в усі сфери людського життя, справляючи на них революціонізуючий вплив і принципово змінюючи усталені уявлення, методи і засоби роботи, сам спосіб життя людини.

Комп'ютерні інформаційні технології застосовують у видавництвах і бібліотеках, парламентах і міністерствах, у банках і на складах, у лікарнях і аптеках, науково-дослідних лабораторіях і військових штабах, у системах зв'язку і на транспорті, у космічній техніці і сфері розваг. Комп'ютер став невідмінним атрибутом робочого місця працівників багатьох професій.

Стрімкий розвиток нових інформаційних технологій, масштабність їх впровадження призвели до формування цілого наукового та прикладного напрямку, що іменується інформатикою (англійський термін "computer science").

Завдяки новим інформаційним технологіям суттєвого прогресу досягнуто у медицині. Створено принципово нові методи дослідження і діагностики (досить згадати комп'ютерну томографію та ультразвукові дослідження), виконано дослідження, які відкривають принципово нові можливості для діагностики та лікування (наприклад, розшифровано геном людини). За допомогою комп'ютерних технологій ведеться та обробляється медична документація, розробляються формули лікарських препаратів, застосовуються методи моделювання дії ліків на пацієнта, впроваджуються нові ефективні організаційні форми у медичній діяльності.

В курсі "Медична інформатика" будуть вивчатись:

- основні поняття інформатики;
- елементи теорії інформації;
- нові інформаційні технології в медичній діяльності;
- комп'ютерні системи ведення медичної документації;
- теоретичні основи застосування ЕОМ для статистичного оброблення результатів медико-біологічних досліджень;
- математичне моделювання в біології та медицині;
- мережі ЕОМ, всесвітня комп'ютерна мережа Internet;
- лікувально-діагностичні обчислювальні комплекси;
- принципи передавання інформації, основи телемедицини.

Основні поняття інформатики.

Інформація – це сукупність відомостей, які деяка система сприймає від навколишнього середовища, зберігає в собі або видає в зовнішнє середовище.

Інформатика – це фундаментальна природнича наука, що вивчає структуру та загальні властивості інформації, а також питання, пов'язані з процесами збору, зберігання, пошуку, передачі, переробки, перетворення та використання інформації в різних сферах людської діяльності. Інформатика базується на цілій групі фундаментальних і прикладних наукових дисциплін. На рис. 1 показано взаємозв'язок інформатики з другими науками.



Рис. 1

Інформаційні ресурси – певним чином організована і оброблена сукупність інформації, яка використовується в усіх галузях людської діяльності: виробництві, науці та техніці, управлінні суспільством і т.д. В теперішній час це поняття широко використовується поряд з такими поняттями, як матеріальні, енергетичні та трудові ресурси. На рис. 2 показано графік розподілу різних видів ресурсів за час існування людства.

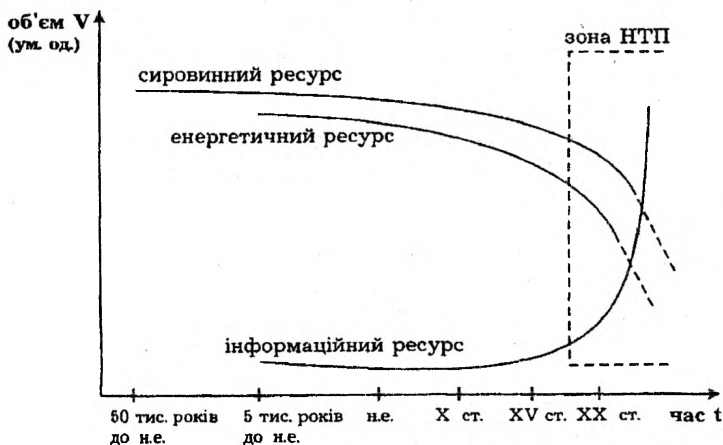


Рис. 2

З рисунку 2 видно, що для поповнення запасів сировини та енергії, які невпинно зменшуються, людство гостро потребує інформації, яка відкриває нові шляхи більш раціонального і економічного отримання та використання інших ресурсів для підтримки своєї життєдіяльності.

Інформаційні ресурси в останній час ростуть особливо інтенсивно. Це зростання в останній чверті XX сторіччя досягло таких рекордних величин, що з'явилися терміни "інформаційний вибух" та "інформаційна революція". З початку XX сторіччя інформаційний потік збільшився приблизно в 30 разів. Щороку в світі публікується 100 тис. журналів на 60 мовах; 5 млн. наукових статей, книжок, брошур; 2,3 млн. дисертацій та наукових звітів. Щохвилини в світі публікується приблизно 220 тис. друкованих аркушів наукових текстів, кожні 1,5-2 хв. пропонується нове технічне рішення, кожен годину реєструється 15-20 винаходів.

В результаті цього склалась ситуація, коли потік інформації, яка генерується, почав випереджати можливості людства по її обробці та ефективному використанню. Це пояснюється перш за все тим, що єдиним інструментом переробки інформації був і залишається людський мозок. Рішення цієї проблеми можливе при використанні нових інформаційних технологій.

Інформаційні технології – система методів і засобів отримання, зберігання та використання інформації.

Нові інформаційні технології – система методів і засобів отримання, зберігання та використання інформації на базі обчислювальної і комунікаційної техніки та широкого застосування математичних методів.

Комп'ютеризація – насичення ринку комп'ютерною і комунікаційною технікою та засобами її алгоритмічного і програмного забезпечення.

Інформатизація – повний комплекс засобів і умов розгортання інформаційних процесів – від створення відповідної технічної бази (комп'ютеризація) до модернізації організаційно-економічних, юридичних і "людських" факторів.

Інформаційне середовище – містить в собі всі фактори, які впливають на інформаційні процеси протягом їх життєвого циклу. Це апаратурні засоби, банки даних, програмне забезпечення, телекомунікації, рівень підготовки спеціалістів і користувачів, форми стимулювання, контролю, методи і засоби управління, відповідні документопотоки, процедури, регламенти, юридичні норми, штатні розклади, організаційно-економічні структури та ін.

Медична інформатика – галузь інформатики, яка вивчає різні аспекти інформаційних процесів у біологічних і соціальних об'єктах та системах, створює методи і засоби роботи з медичною інформацією.

Інформатизація медичної діяльності – масове впровадження в практику роботи лікувально-профілактичних і фармацевтичних закладів методів і засобів збирання, оброблення, передавання та зберігання медичної інформації на базі засобів обчислювальної техніки, розвиток галузевого інформаційного середовища, створення умов економічно виправданого використання сучасних інформаційних технологій для інформаційної, системно-аналітичної та експертної підтримки прийняття рішень в усіх сферах діяльності охорони

здоров'я. Інформатизація – державна політика. У кожній галузі існує програма (концепція) інформатизації, затверджена керівником галузі.

Державна політика інформатизації охорони здоров'я України є складовою частиною державної політики інформатизації України в цілому, і спрямована на ефективне вирішення невідкладних та перспективних задач розвитку охорони здоров'я населення України в умовах незалежної самостійної держави. Основним змістом державної політики інформатизації охорони здоров'я України є потрібні заходи, стратегія і тактика, спрямовані на ліквідацію відставання охорони здоров'я в галузі інформатизації від передових світових держав і прискорення входження в інформаційний простір міжнародного співтовариства з метою підняття на сучасний рівень систем практичної медицини, медичної освіти, науки. Інформатизація медицини та охорони здоров'я має сприяти збереженню здоров'я населення України і підвищенню рівня та ефективності надання медичної допомоги.

Основним завданням державної політики в галузі інформатизації охорони здоров'я є розвиток галузевого інформаційного середовища, створення умов економічно виправданого використання сучасних інформаційних технологій для інформаційної, системно-аналітичної та експертної підтримки прийняття рішень в усіх сферах діяльності охорони здоров'я.

Сучасна інформатика в останні десятиріччя інтенсивно розвивається в таких напрямках:

- розробки методів обробки та перетворення інформації;
- розробки методів автоматизованого збирання, зберігання, пошуку та передачі інформації;
- розробка методів та правил раціонального проектування інформаційних пристроїв та систем;
- створення технологій використання цих пристроїв та систем для вирішення наукових та практичних задач;
- розробка методів і засобів взаємодії людини з інформаційними пристроями та системами;
- виробництво технічних засобів обробки та передачі інформації;
- обробка інформації в різних установах та підприємствах;
- виробництво та реалізація програмних засобів та систем.

Огляд історії розвитку інформаційних технологій та перспективи розвитку інформатики.

Власне історія інформаційних технологій у розумінні технічної інформатики (computer science) веде відлік з середини XX ст., коли були створені перші електронно-обчислювальні машини (ЕОМ). Але, враховуючи тісний зв'язок інформатики з усіма сферами діяльності людини, універсальний характер інформаційних технологій та їх роль у сучасному світі, доцільно коротко розглянути історію інформаційної діяльності людства як складову і суттєвий чинник загальної історії цивілізації (тим більше, що деякі досягнення, які стали основою сучасної інформатики, були зроблені достатньо давно). Інформаційна діяльність є настільки важливим, визначальним аспектом

людської історії, що історію цивілізації можна розглядати як історію інформаційних революцій. З такої точки зору можна виділити наступні етапи історії інформаційної діяльності людства.

1. Стартовим етапом розвитку інформаційної діяльності людства можна вважати появу мови, тобто появу **Слова**, що знаменувало розділення матеріального об'єкта і його імені та початок оперування абстрактними моделями світу, обміну закодованою інформацією, накопичення та передачу інформації у часі. Цей крок по суті означає появу людини як мислячої істоти, виокремлення її з тваринного світу, початок суспільної еволюції.

Вважається, що сучасна членороздільна звукова мова з'явилася близько 40 тис. років тому – наприкінці палеоліту. Найдавніші матеріальні свідчення інформаційної діяльності, такі як петрогліфи (наскельні малюнки), також належать до цього часу (близько 24-20 тис. років до н.е.). Хоча колективне існування людських істот, виготовлення знарядь праці безумовно потребувало певної інформаційної підтримки – навчання, обміну змістовними сигналами в процесі спільної діяльності тощо. Така діяльність датується кам'яним віком (палеолітом), який почався 2,6 млн. років тому і пов'язується з початком використання кам'яних знарядь праці. До появи членороздільної звукової мови використовувались комплексна кінетична мова (з використанням рухів тіла) та примітивні звукові сигнали (слід зазначити, що ці способи передачі повідомлень притаманні також і тваринам).

В часи первісного суспільства йде первинне накопичення знань про навколишній світ, напрацювання трудових навичок, розвиток мови і т.д. Накопичення і передача інформації здійснюються виключно в усній формі та шляхом безпосереднього навчання, джерелом нових знань є індивідуальний досвід. Цей етап триває десятки тисяч років.

2. Визначним пунктом в історії людства є винайдення писемності – знакової системи для формалізації, фіксації та передачі даних у часі й просторі. Це справедливо вважається **першою інформаційною революцією**. Це сталося за близько 4 тисяч років до н.е. Матеріальні свідчення, які датуються IV тисячоліттям до н.е., знайдено у різних місцях планети – Месопотамії (на території Іраку), в Єгипті, Пакистані. Враховуючи фундаментальний і універсальний характер інформації та інформаційних процесів, важливо зазначити, що писемність виникла у різних цивілізацій в різних місцях земної кулі дещо в різний час на етапі достатньо високого їх розвитку як засіб обслуговування певних універсальних потреб суспільного життя людини – накопичення, збереження та передачі інформації. Тут можна згадати давньоєгипетські ієрогліфи, писемність Вавилону, шумерів, древнього Китаю, ієрогліфічне письмо майя, вузликове письмо інків (кіпу) та інші. (Між іншим, такий важливий для технологій і сучасної цивілізації взагалі елемент, як колесо, залишився невідомим цивілізаціям доколумбової Америки і Південної Африки, і вони без нього могли успішно існувати і розвиватись, а без писемності – ні).

Писемність стала потужним фактором “первісної інформатизації” і стимулятором суспільного розвитку. Кількість накопичених знань на цьому етапі стає досить великою і збільшується зі зростаючою швидкістю. Цей процес обумовлюється розвитком виробництва та пожвавленням економічного життя,

зокрема, товарообміном. Ускладнюються форми суспільної організації, виникають і розвиваються держави, виникає законодавство. Люди починають фіксувати власну історію. Виникають релігія, освіта, література і наука, як форми суспільної свідомості і сфери професійної діяльності. Інформація зберігається у вигляді записів, літописів. Створення записів є складною роботою, доступною небагатьом освіченим людям. Місцем зберігання їх є, як правило, релігійні та державні установи. Доступ до цієї інформації має дуже вузьке коло людей. Маса, що не вміють читати і писати, такою інформацією користуватись не можуть. Практичні знання передаються переважно усно і у формі прямого навчання із покоління в покоління і суворо оберігаються. До цього часу відноситься створення першого „обчислювального” пристрою – абака (це фактично первісний варіант усім відомої російської рахівниці). Вважається, що абак з’явився у Вавилоні близько 3 тис. років до н.е. Такий пристрій відомий у давньому Єгипті (близько V ст. до н.е.), Греції (IV ст. до н.е.), Китаї (II ст.н.е.). У цей час можна відзначити і виникнення перших засобів швидкої передачі повідомлень – пташина пошта, системи світлової (вогнища) та димової сигналізації. Якщо говорити про технічні засоби інформаційної діяльності, то інформаційна технологія є „ручною”.

Цей етап триває близько п’яти тисяч років аж до середньовіччя (приблизно середини XV сторіччя).

3. Наступна важлива віха в історії інформаційної діяльності людини – винайдення книгодрукування (у сучасному вигляді – за допомогою набірної шрифту), що радикально вплинуло на суспільство, культуру, організацію діяльності, завдяки чому вважається *другою інформаційною революцією*. Цей винахід належить німцеві Й. Гуттенбергу і датується близько 1440 – 1445 р. (Слід зазначити, що аналогічну технологію книгодрукування вперше було винайдено у Китаї близько 1048 – 1049 р. Бі Шеном, який виготовив набірний шрифт з обпеченої глини, але за тогочасного рівня розвитку суспільства ця технологія не була актуальною і не набула поширення). Друкування книг було відоме і раніше – у вигляді ксилографії, друку з дерев’яних дошок з вирізаним на них текстом (перший точно датований друкований текст – Алмазна сутра, 868 р.). Були відомі і набори літер, з яких складали слова (наприклад, їх застосовували у давньому Римі для навчання дітей).

Епоха Відродження характеризується розвитком продуктивних сил, поживавленням і розширенням торгівельних зв’язків, бурхливим розвитком наук і мистецтв, що врешті призвело до значного зростання кількості знань, їх спеціалізації та необхідності систематизації і поширення. Книгодрукування стає ефективним засобом обслуговування інформаційних потреб людства – перш за все, збереження і поширення знань та ідей. З іншого боку активізація торгівлі та політичного життя обумовлюють появу нових видів інформаційної діяльності, таких як здобуття секретної інформації, збереження та захист інформації, швидка і безпечна передача інформації на відстань. Інформаційні технології залишаються чисто „ручними”.

Потреба в обчислювальних пристроях, як і наукова і технічна база для їх створення, на той час була зовсім відсутня, але саме на цей період припадає розробка проекту першого в історії обчислювального пристрою. Це був проект

подавальної машини на зубчастих колесах, створений Леонардо да Вінчі (1452 – 1519). Ескізи цієї машини були знайдені тільки у XX ст.

4. Подальший розвиток інформаційної діяльності обумовлений промисловими революціями XVII–XIX ст. Бурхливий розвиток промисловості, політичного життя, науки і культури призводять до колосального зростання об'ємів інформації та виникнення потреби у нових способах обслуговування інформаційних потреб (навчання, пошук інформації, розповсюдження інформації тощо). Із необхідності тематичної класифікації та систематизації інформації, організації її збереження і доступу до інформації зароджується інформаційна промисловість. На даному етапі інформатика стає базою бібліотечної справи і багато років займається теорією та практикою її удосконалення. В той самий час ускладнення задач, які поставлені потребами промисловості перед наукою (математикою і фізикою в першу чергу), вперше змушує подумати про засоби підсилення можливостей людського інтелекту в обробці інформації, перш за все – в обчисленнях. На даний етап припадає ряд досягнень, які мали принципове значення для розвитку інформаційної діяльності: розробка диференційного та інтегрального числення (XVII ст.), відкриття електромагнетизму і електромагнітних хвиль (XIX ст.), винайдення телеграфу (1832 р.), телефону (1876 р.), радіо (1895 р.), грамзапису, розробка основ теорії алгоритмів, винайдення телебачення (1900 р.), відкриття електрона тощо. Названі відкриття і пов'язані з ними технічні новачки обумовили *третю інформаційну революцію*, яка припадає на кінець XIX ст. і пов'язана з відкриттям та освоєнням електрики. Зміст цієї інформаційної революції полягає у радикальному удосконаленні засобів передачі інформації, створенні та широкому впровадженні засобів телекомунікацій. Тут можна відзначити деякі визначні події, безпосередньо пов'язані з інформатикою:

1623 р. – перша механічна обчислювальна машина (ОМ) Вільгельма Шиккарда (залишалася невідомою до середини XX ст.);

1642 – 1645 р. – 8-розрядна механічна ОМ Блезе Паскаля (довгий час вона вважалася першою ОМ в історії);

1673 р. – ОМ фон Лейбніца, яка використовувала двійкову систему числення і виконувала 4 арифметичні дії та добування квадратного кореня. Лейбніц дав повний опис двійкової системи числення;

1804 р. – французький інженер Жаккард винайшов перфокарти для керування автоматичним швацьким верстатом;

1836 – 1848 рр. – англієць Чарльз Беббідж розробив проект аналітичної машини для наукових і технічних розрахунків. У цьому проекті вперше було передбачено програмне керування роботою ОМ, а також усі основні пристрої сучасних ОМ (арифметичний пристрій, пам'ять, блок керування, пристрої введення і виведення даних). Введення програми і даних передбачалося з перфокарт. Для цієї ОМ було створено перші програми і розроблені основні принципи програмування, які передбачали повторення деяких послідовностей команд та умовне виконання команд програми. Першим програмістом в історії стала леді Ада Августа Лавлейс, дочка знаменитого поета лорда Байрона, яка створювала програми для аналітичної машини Беббіджа. Проект Ч.Беббіджа підтримувався і деякий час фінансувався урядом Великобританії, але,

природно, так і не був реалізований, оскільки на той час не могли бути створені необхідні для такої ОМ елементи. Проект Ч.Бebbіджа більше ніж на 100 років випередив свій час;

1837 р. – С.Морзе винайшов систему передачі літер точками і тире (код Морзе), фактично двійковий код; у 1844 р. побудовано телеграфну лінію Вашингтон – Балтімор;

1848 –1850 рр. – англійський математик Джордж Буль створив алгебру логіки (булева алгебра), яка стала основою організації роботи усіх сучасних ОМ;

1876 р. – А.Белл винайшов телефон;

1877 р. – Т.А.Едісон винайшов фонограф;

1886 р. – Г.Герц відкрив електромагнітні хвилі і зовнішній фотоефект;

1886 – 1890 рр. – американський інженер Г. Холерит створив електро-механічну машину для сортування і обробки перфокарт; ці машини ефективно використовувались під час американського перепису населення. У 1896 р. фірма, створена Холеритом, була перекуплена і переіменована на International Business Machines (IBM), яка сьогодні є одним з лідерів ринку комп'ютерних технологій.

1895 – 1897 рр. – А.С.Попов (Росія) і Г.Марконі (Італія) винайшли радіозв'язок.

До ХХ ст. ОМ залишалися механічними, оскільки на той час єдиною розвиненою галуззю фізики була механіка. На базі механічних пристроїв – повільних, громіздких, ненадійних – створення ефективної ОМ було принципово неможливим. Впровадження електрики тільки розпочалося і розгорталося переважно в техніці зв'язку. Інформаційні технології цього періоду були ручними і механічними.

5. Бурхливий розвиток науки і промисловості у першій половині ХХ ст., невинне зростання об'ємів інформації та постановка нових надзвичайно складних обчислювальних задач (розрахунки в техніці, науці, економіці) призвели до того, що людина виявилась неспроможною впоратись з цими задачами й зі зростаючими потоками інформації. З іншого боку фізика, математика, електротехніка досягли такого рівня розвитку, що створили передумови для розробки ефективних обчислювальних пристроїв. На цей період припадає ряд видатних досягнень у науці і техніці, які створили основи для формування інформатики: винайдення електронних ламп діода та тріода (1904–1906) – елементів, які могли стати основою електронної ОМ, винайдення електронно-променевої трубки (1930 р.) і електронного телебачення, заснування квантової фізики (1900 р. – 1925 р.) винайдення магнітного запису інформації, відкриття та дослідження напівпровідників, відкриття квантів і створення квантової фізики, винайдення транзисторів (1947 р.) і т. д. У цей період людство вперше підходить до створення електронних ОМ (ЕОМ) і започатковує перше покоління комп'ютерів:

1900 р. – М. Планк започаткував основи квантової механіки та ввів поняття кванту. Надалі А.Ейнштейн сформулював квантову теорію світла (1905 р.), Н.Бор виклав гіпотезу квантування енергії електрона і заклав основи квантової теорії, Е.Шредингер заклав основи хвильової механіки (1924 р.) і т.д.

Досягнення квантової фізики стали і залишаються основою для побудови технічної бази сучасних інформаційних технологій;

1904 р. – винайдено першу електронну лампу діод (Д.Флемінг);

1906 р. – винайдено електронну лампу тріод (Лі де Форест);

1907 р. – проєкт електронно-механічного телебачення Б.Л. Розінга;

1923 р. – створено систему електронного телебачення В.К.Зворикіна;

1930 – 1935 рр. – німецькі фірми AEG та IG Farbenindustrie почали виготовлення магнітної плівки;

1930 р. – американський вчений Ванневар Буш побудував аналогову обчислювальну машину – диференціальний аналізатор, який міг розв'язувати складні диференціальні рівняння. У 1945 р. В.Буш висловив ідею гіпертексту і гіпертекстового пристрою Metex; сьогодні використання гіпертексту є одним з базових принципів Інтернет-технологій;

1936 р. – англійський математик Алан Тьюринг і незалежно від нього Е.Пост висунули і розробили концепцію абстрактної обчислювальної машини, вони довели принципову можливість розв'язання автоматами будь-якої задачі при умові її алгоритмізації;

1936 – 1938 рр. – інженер Конрад Цузе (Німеччина) створив перший електромеханічний комп'ютер Zuse 1 (Z1), в якому вперше успішно втілює ідею ОМ на основі двійкової системи числення;

1938 – 1941рр. – американський вчений болгарського походження Джон Атанасов розробив прототип (макет) обчислювальної машини на електронних лампах на основі двійкової системи числення;

1941 р. – Конрад Цузе сконструював перший універсальний комп'ютер Z3 на електромеханічних елементах (реле) з програмою на перфострічці, ця машина була знищена у 1944 р. при бомбардуванні Берліна союзниками. Пізніше К. Цузе створив дві спеціалізовані машини S1 і S2, які використовувались для розрахунку польоту і керування літаками-снарядами, та релейну обчислювальну машину Z4 – це була фактично перша комерційна обчислювальна машина. Для комп'ютера Z4 Цузе створив першу у світі високорівневу мову програмування Планкалькюль (транслятора для цієї мови не існувало);

1940-і роки – засновано науку кібернетику (Н.Вінер, Мак-Каллок, У.Р.Ешбі та інші) – науку про загальні закономірності інформаційних процесів у різних системах, кібернетика стала теоретичною основою штучного інтелекту;

1943 – 1944 рр. – у США Г.Ейкен побудував ОМ з частковим програмним керуванням Mark 1 на електромеханічних елементах (маса 4,5 т), це був перший комп'ютер фірми IBM;

1943 р. – у Великобританії під керівництвом математика Алана Тьюринга побудовано першу діючу ЕОМ “Colossus”, це була спеціалізована ЕОМ, яка використовувалась для дешифрування секретних німецьких кодів під час другої світової війни; машина містила 2000 радіоламп і обробляла 25000 символів/сек. Цю машину було знищено після війни, а пізніше відновлено;

1946 р. – побудовано універсальну програмовану ЕОМ на електронних лампах ENIAC (США, Д.Екерт, Д.Мочлі), яка вважається першою ЕОМ у світі.

Її маса 27 т, займає площу 167 м², містить 17468 електронних ламп, 7200 кристалічних діодів, 1500 реле, 70000 резисторів, 10000 конденсаторів, близько 5000000 ручних паяних з'єднань, споживає потужність 150 кВт. ENIAC використовує десяткову систему числення, виконує 5000 операцій додавання або 385 операцій множення на секунду, використовує перфокарткове введення інформації, обробляє 10-розрядні слова, має ємність оперативної пам'яті у 20 слів. Цей комп'ютер мав надзвичайно низьку надійність і високе енергоспоживання внаслідок використання електронних ламп. ENIAC був створений для обслуговування військових задач – розрахунків балістичних таблиць для артилеристських гармат. ENIAC знаменував появу першого покоління комп'ютерів – на електронних лампах.

1945 – 1946 р. – розроблено і сформульовано головні функціональні принципи комп'ютера, зокрема ідеї використання двійкової системи числення, інтегрування програми у пам'ять комп'ютера у закодованому вигляді, загальну архітектуру комп'ютера, які й досі лежать в основі більшості ЕОМ, в тому числі всіх персональних комп'ютерів; розробка їх належить американським вченим Дж. Мочлі, П. Еккерту, Дж. Нейману, Г.Голдстайну (опубліковані вперше були американським математиком угорського походження Джоном фон Нейманом у 1945 р., через що були названі його ім'ям);

1945 – 1949 рр. – американський вчений К.Шеннон заклав основи теорії інформації (1945 р. – робота "Теорія зв'язку в секретних системах", яка була засекреченою до 1949 р., 1948 р. – фундаментальна робота "Математична теорія зв'язку");

1947 р. – Д.Габор винайшов принцип голографії;

1947 р. – в США (фірма Bell Laboratories) розроблено концепцію стільникового зв'язку;

1948 р. – американські вчені У. Шокклі, Д.Бардін, У.Браттейн винайшли транзистор, якому судилося стати базовим елементом мікроелектроніки, а відтак й усієї сучасної комп'ютерної техніки;

1949 р. – створено першу ЕОМ з програмою, що зберігається в пам'яті, (EDSAC, Велика Британія);

1950 р. – створено мову асемблера для комп'ютера EDSAC;

1950 р. – створено першу радянську ЕОМ в Інституті математики АН УРСР під керівництвом С.О.Лебедева і М.О.Лаврентьєва (на базі лабораторії С.О.Лебедева пізніше утворився інститут кібернетики АН України). Це була МЭСМ (малая электронно-счетная машина), вона містила 6 тис. електронних ламп, мала швидкодію 50 операцій на секунду. Вона ефективно використовувалась для розв'язання найважливіших на той час народно-господарських задач, зокрема на ній виконувались розрахунки у ядерній фізиці;

1951 р. – у США з'явилась перша комерційна модель комп'ютера – UNIVAC (містив близько 5000 електронних ламп, мав внутрішню пам'ять на ртутних трубках на 1000 чисел, виконував обчислення зі швидкістю 400 – 2000 операцій за секунду);

1952 р. – в США створено перший серійний електронний комп'ютер на електронних лампах IBM 701 (вартість його перевищувала 1 млн. доларів, за рік було продано цілих 19 штук);

1953 р. – створено першу мову програмування високого рівня "Автокод";

1954 р. – розпочато серійний випуск комп'ютерів в СРСР (ЕОМ БЭСМ – большая электронно-счетная машина);

1954 р. – створено перший транслятор мови програмування високого рівня ПП-1 (Програмуєча Програма).

Створення перших ЕОМ стимулювалося військовими потребами: комп'ютери використовувалися для розрахунків балістичних таблиць, в атомній фізиці, зокрема при створенні водневої бомби (для цього у 1952 р. під керівництвом Дж. фон Неймана було створено ламповий комп'ютер МАНІАК), в авіації і ракетній техніці, для шифрування інформації. Застосування комп'ютерів було дуже обмеженим, самі вони були надзвичайно дорогими, ненадійними і складними в експлуатації, програмування також було надзвичайно складним й трудоемким. Інформаційні технології цього періоду можна визначити як переважно електричні та первинні електронні.

6. У 1948 р. американські фізики У.Шокклі, У.Браттейн і Дж. Бардін створили транзистор – електронний елемент, який став основою мікроелектроніки і обчислювальної техніки. На початку 50-х років ХХ ст. завдяки досягненням у квантовій фізиці і електроніці почалося створення комп'ютерів на нових елементах – транзисторах, які забезпечили нові якісні показники ЕОМ (висока надійність, висока швидкість, низьке енергоспоживання, низька вартість, технологічність, мікромініатюрність), що зробило їх доступними для широкого застосування не тільки на державному рівні (в науці і військовій справі), а й в промисловості та комерції. Для вирішення широкого спектру задач інформатики створюється потужне програмне забезпечення, включаючи мови і системи програмування, системне і прикладне програмне забезпечення. Впровадження комп'ютерів у сфері адміністративного управління та економіки дало не тільки великий економічний ефект, але й призвело до створення і швидкого зростання нової промислової галузі засобів та методів обробки інформації. З появою нових комп'ютерів виникла і нова інформаційна промисловість. Інформація стала повноцінним масовим товаром. Комп'ютери, створені спочатку для розв'язання суто обчислювальних задач, стали працювати також з текстовою, графічною та іншими видами інформації. У цей час починають формуватися нові напрямки розвитку інформаційних технологій, пов'язані з проблемами створення штучного інтелекту.

Обчислювальна техніка відразу ж показала свою ефективність в тих сферах діяльності людини, де широко використовувались методи математичного моделювання та інші точні числові методи. Деякі визначні події, пов'язані з цим етапом :

1954 р. – створено перший квантовий генератор – мазер;

1957 р. – створено мову програмування високого рівня Фортран і компілятор для неї, що започаткувало широке використання мов високого рівня;

1956 - 1958 рр. – в США створено перші інтегральні мікросхеми (Д.Кілбі, Р.Нойс), інтегральні схеми стали основою наступного III покоління комп'ютерів;

1955 р. – започатковано II покоління комп'ютерів – на транзисторах;

1956 р. – винайдено цифровий зв'язок;

1956 р. – у фірмі General Motors створено операційну систему GM-NAA I/O для комп'ютера IBM 704, яку прийнято вважати першою справжньою операційною системою. На початку ери комп'ютерів усі службові операції (такі як читання даних з носіїв, розміщення програми у пам'яті, виведення даних тощо) програмувалися безпосередньо у виконуваний програмі користувача, пізніше були створені бібліотеки, які містили програми для виконання стандартних функцій, що використовувались програмою користувача – це було початком операційних систем. Перші операційні системи створювалися фірмами-користувачами для своїх конкретних комп'ютерів, кожна з них була унікальним виробом.

1957 р. – Ф. Розенблат запропонував персептрон – математичну і комп'ютерну модель сприйняття і аналізу інформації мозком, що започаткувало технологію нейронних мереж і нейрокомп'ютерів, один з найперспективніших сучасних напрямів інформатики; персептрон був реалізований у 1960р. у вигляді комп'ютера "Марк 1", який став першим в історії нейрокомп'ютером. Нейрокомп'ютерні системи виявили такі властивості, притаманні людському мозку, як адаптивність, самонавчання, асоціативність і паралелізм обробки інформації. На сьогоднішній день нейрокомп'ютерні технології успішно впроваджуються у практику: існує цілий ряд нейрокомп'ютерів (наприклад, Sinapse – Німеччина, NeuroMatrix), елементна база для них, спеціалізовані співпроцесори – нейроприскорювачі, а також багато програмних моделей нейронних систем, які широко використовуються у практичній діяльності (економіці, медицині тощо).

1957 р. – створено першу шахову програму для гри на стандартній дошці усіма фігурами (раніше у 1952 р. у ядерній лабораторії Лос-Аламоса було створено шахову програму для комп'ютера Maniac 1 для гри на дошці 6×6 без слонів).

1958 р. – у Масачусетському технологічному інституті (США, Дж.Маккарті) створено мову функціонального програмування LISP для моделювання систем штучного інтелекту, надалі розвинулося сімейство мов LISP.

1958-1959 рр. – в СРСР А.І.Кітов висунув ідею створення єдиної державної мережі обчислювальних центрів (ЕСГВЦ) і глобальної автоматизації процесів управління у країні.

1961 р. – студент Масачусетського Технологічного інституту Л.Клейнрок розробив і описав технологію пакетної передачі даних, яка є основою роботи сучасних комп'ютерних мереж, зокрема і Інтернет.

1962-1964 рр. – в СРСР на базі ідей А.І.Кітова В.М.Глушковым розроблено проєкт ОГАС (общегосударственная автоматизированная система управления хозяйством), проєкт на початку підтримувався на державному рівні, але врешті зазнав (з багатьох причин, в тому числі, політичних) і деградував до рівня впровадження автоматизованих систем управління виробництвом.

1962 р. – створено перші твердотільні лазери (М. Басов, А.Прохоров (СРСР), Ч.Таунс (США)).

1962 р. – створено перші матриці пам'яті в інтегральному виконанні.

1963 р. – винайдено і впроваджено супутниковий зв'язок.

У цьому ж році фірмою IBM створено накопичувач на жорстких дисках (з'ємних).

1964 р. – розпочато випуск ЕОМ III покоління на інтегральних схемах – IBM/360.

1964 р. – Американська Асоціація Стандартів прийняла новий 7-бітовий стандарт для обміну інформації (ASCII – American Standard Code for Information Interchange).

1964 р. – створено мову програмування BASIC, яка застосовувалась з деякими модифікаціями практично в усіх персональних комп'ютерах 1970 – 1980-х років.

1964 р. – фірма IBM започаткувала сімейство комп'ютерів System/360 – першу серію масштабованих комп'ютерів, в якій реалізовано ідею відкритого стандарту, коли один виробник обладнання міг виробляти пристрої, сумісні з виробами іншого виробника. Для цієї серії машин було розроблено першу загальну (одну для усіх комп'ютерів сімейства) операційну систему OS/360. Широке використання System/360 встановило стандарт байта, як 8-розрядного двійкового числа. В СРСР аналогом System/360 була серія комп'ютерів ЕС ЕВМ, яка вироблялася з 1981 р. до 1998 р.

1965 р. – в США (Д. Енгелбарт) створено перший графічний маніпулятор (мишу) (вперше був включений до комплекту комп'ютера Xerox 8010 Star Information System у 1981 р.).

1965 р. – у Стенфордському університеті (США) розпочато роботи над першою експертною системою; це була експертна система DENDRAL для визначення молекулярної структури хімічних сполук; у 1970-1980-х роках експертні системи були основним напрямом робіт у сфері штучного інтелекту, було створено цілий ряд експертних систем, в тому числі комерційних, які продемонстрували як ефективність експертних систем, так і їх обмеження; на сьогоднішній день існує багато експертних систем (наприклад, MYCIN – експертна система для медичної діагностики (1970-і роки, США), WolframAlpha – пошукова система, яка складається з бази знань і набору обчислювальних алгоритмів (2009 р.), створено інструментальні засоби для їх розробки (мова програмування PROLOG, програмне середовище CLIPS для створення експертних систем).

1966 р. – вийшла книга Дж. Фон Неймана "Теорія автоматів, що самовідтворюються", в якій описано теорію клітинних автоматів, поведінка яких подібна до поведінки живих клітин; ця робота стала одним з джерел біокомп'ютингу – одного з перспективних сучасних напрямів інформатики.

1967 р. – компанія IBM розпочала виробництво дискет для комп'ютера.

1968 р. – в США засновано комп'ютерну мережу ARPANET, з якої з часом виріс Інтернет.

1968 р. – в США запатентовано ігрову консоль "Television Gaming and Training Apparatus", який у 1967 р. створив комп'ютерну пінг-понг гру.

1970 р. – побудовано першу волоконно-оптичну лінію зв'язку;

1970 р. – фірма IBM анонсувала нову серію комп'ютерів System/370;

1971 р. – фірма IBM представила гнучкий магнітний диск для збереження даних (це був 8-дюймовий диск), у 1976 р. з'явилися 5-дюймові диски, наприкінці 80-х років – 3-дюймові, на сьогоднішній день (2011 р.) дискети вже практично не використовуються;

1971 р. – випущено першу версію операційної системи UNIX (компанія Bell Labs, США);

1971 р. – новоствореною фірмою Intel (США) створено перший мікропроцесор – Intel 4004 (США), який містив 2250 транзисторів, він був 4-розрядним і мав тактову частоту 108 кГц (роком раніше був виготовлений військовий мікропроцесор F14 CADC).

1972 р. – створено першу ігрову консоль Magnavox Odyssey, 1970-і роки стали часом буму ігрових автоматів, з яких почалося формування комп'ютерної ігрової індустрії.

Мікропроцесори стали основою комп'ютерів IV покоління і знаменували початок нової комп'ютерної ери. Спеціальний вид мікропроцесорів – мікроконтролери, які являють собою мікроЕОМ, виготовлену у вигляді мікросхеми на одному напівпровідниковому кристалі, стали наймасовішою продукцією. Вони використовуються у промисловому обладнанні, військовій техніці, побутових приладах, іграх і т.д. Наприклад, мікрокалькулятори, ігри типу "Тетрісу", електронні годинники побудовані саме на мікроконтролерах. Мікроконтролер є основою мобільного телефону, мікрохвильової печі, сучасного телевізора, музичного центру тощо.

На кінець 60-х – початок 70-х років припадає комерціалізація програмного забезпечення і становлення програмної індустрії як галузі економіки. До початку 1960-х років розвиток комп'ютерної техніки і програмного забезпечення йшов на принципах вільності та відкритості, програмні засоби постачалися разом з комп'ютерами безкоштовно, використовувались і розповсюджувались вільно й безкоштовно. З розвитком програмного забезпечення витрати на його розробку стрімко збільшуються, воно стає визначальною складовою комп'ютерних технологій, що змушує змінити ставлення до нього як до товару. У січні 1969 р. з'явився позов уряду США до компанії IBM, суть якого полягала в тому, що постачання програмного забезпечення разом з комп'ютерами заважає розвитку конкуренції. У 1970 р. фірма AT&T починає постачати державні та наукові установи операційною системою UNIX з зобов'язанням для користувачів на розповсюдження і зміну цієї програми. У 1976 р. Білл Гейтс опублікував свій "Відкритий лист до ентузіастів", в якому звинуватив хакерів у крадіжстві програмного забезпечення. З кінця 1970-х років почалось впровадження розробниками програмних засобів ліцензування їх продукції. У 1983 р. Р. Столлман заснував проєкт GNU з метою створення операційної системи, яка б надавала користувачеві можливість як читати її код, так і змінювати його. До 1991 р. усі компоненти ОС GNU, крім ядра, були готові. У 1991 р. фінський студент Лінус Торвальдс випустив ОС Linux, яка і стала ядром цієї ОС. Таким чином сформувались і усталились два класи програмного забезпечення, що існують на сьогоднішній день: пропрієтарне (невільне) та вільне і відкрите.

З появою мікропроцесорів і персональних комп'ютерів на їх основі

пов'язана *четверта інформаційна революція*, початок якої припадає на 70-ті роки XX ст. і яку справедливо можна назвати комп'ютерною. В 70-і роки створенням комп'ютерів на основі мікропроцесорів займаються аматори, а також виникають невеликі фірми, які створюють мікрокомп'ютери. В цей час створено волоконні світловоди, матричні принтери, прилади із зарядовим зв'язком, рідкі кристали з дешевої сировини. З 1980-х років починається ера персональних комп'ютерів, які впроваджуються буквально в усі сфери життя, радикально змінюючи їх. В цей час усвідомлюються принципові обмеження можливостей традиційної комп'ютерної техніки і розгортаються інтенсивні розробки нових способів обробки інформації, нових комп'ютерних архітектур, реалізації комп'ютерів на нових фізичних принципах. На цьому етапі з'являються перші суперкомп'ютери, починаються розробки оптичного комп'ютера, квантового комп'ютера, впроваджуються нейромережеві архітектури, формується напрям біокомп'ютингу. Комп'ютерні технології впроваджуються абсолютно в усі сфери життя, радикально їх змінюючи. Події з цього етапу розгортаються з шаленою, невпинно зростаючою швидкістю.

1972 р. – С.Крей (США) створив фірму "Cray Research Incorporated", яка почала займатись створенням суперкомп'ютерів на основі паралельної обробки даних (1976 р. – перший суперкомп'ютер Cray-1 – багатопроцесорний комп'ютер, який реалізував паралельну обробку даних (одночасну обробку багатьох потоків даних), він мав продуктивність 240 млн. операцій на секунду). Пізніше було створено ще цілий ряд суперкомп'ютерів: 1985 р. – Cray-2 (1200 млн. опер/сек, 1988 р. – Cray Y-MP (2670 тис.)). Особливо інтенсивно розробка і створення суперкомп'ютерів велися протягом 1990 – 2000 років, на сьогоднішній день існують сотні суперкомп'ютерів у різних країнах: Китаї, США, Японії, Німеччині, Франції, Індії і т.д.).

1972 р. – в мережі ARPANET з'явилися сервіси електронної пошти (зокрема, введено значок @) і Telnet).

1972 р. – створено перший сенсорний екран (фірма Control Data, США) для комп'ютерної системи PLATO IV; це був екран з ґраткою інфрачервоних променів на 16×16 блоків. З того часу сенсорні дисплеї суттєво удосконалились, досягли високої роздільної здатності і широко використовуються в сучасних комп'ютерних пристроях – платіжних терміналах, торгових автоматах, інформаційних кіосках, кишенькових комп'ютерах тощо.

1973 р. – в мережі ARPANET з'явився сервіс передачі файлів FTP (FTP – file transfer protocol, протокол передачі файлів).

1973 р. – створено мову логічного програмування PROLOG для розробки систем штучного інтелекту, зокрема, експертних систем.

1973 р. – фірмою IBM створено перший жорсткий магнітний диск.

1973 р. – ініційовано програму DNSS створення глобальної системи позиціонування і навігації (пізніше перейменовано на Navstar-GPS і GPS).

1973 р. – у дослідницькому центрі Xerox PARC розроблено концепцію графічного інтерфейсу користувача WIMP (Windows, Icons, Menus, Point-in-Click), на основі якої створено комп'ютер Xerox Alto; зараз графічний інтерфейс користувача є стандартною складовою більшості операційних систем

і прикладних програм.

1974 р. – фірмою Intel створено перший універсальний 8-розрядний мікропроцесор Intel-8080, на основі якого були створені перші персональні комп'ютери. Цей мікропроцесор містив 6000 транзисторів, мав тактову частоту 2 МГц і адресував 64 Кбайт пам'яті. Фірма Intel була піонером мікропроцесорної техніки та залишається ведучим світовим розробником і виробником мікропроцесорів, саме її ідеї, технології й створені на їх основі мікропроцесори визначали етапи еволюції комп'ютерної техніки. Слід зазначити, що, крім Intel, існує багато фірм, що займаються розробкою і виробництвом мікропроцесорів. Можна назвати такі фірми, як AMD, Texas Instruments, Sun Microsystems, Motorola та інші.

1974 р. – інженер Едвард Робертс створив перший мікрокомп'ютер Altair, що мав шалений (і несподіваний) комерційний успіх.

1974 р. – в США запущено перший супутник глобальної системи позиціонування, для повного покриття земної поверхні необхідно 24 супутники.

1976 р. – С.Джобс і С.Возняк створили перший персональний комп'ютер Apple I, який продавався у зібраному вигляді.

1976 р. – С.Крей створив перший суперкомп'ютер "Cray 1". Це був багатопроцесорний комп'ютер, який реалізував паралельну обробку даних.

1977 р. – перший комплектний серійний ПК (Apple II), у ньому вперше використовувались кольори, графічні режими високої роздільної здатності та звукові можливості, що можна вважати започаткуванням мультимедійних технологій, а також вбудована мова програмування BASIC. Комп'ютер мав 8 слотів розширення для підключення пристроїв користувача, що дозволяє назвати його архітектуру відкритою; це був перший комп'ютер для мас, а не для кваліфікованих спеціалістів.

1977 р. – запропоновано протокол TCP/IP, який досі є основою організації передачі інформації в Інтернеті.

1977 р. – в Масачусетському технологічному інституті (США) створено першу систему віртуальної реальності – програму Aspen Movie Map, яка симулювала прогулянку по місту Аспен. Ідея віртуальної реальності з'явилася у Станіслава Лема (1964 р., "Сума технологій"), поняття "штучної реальності" було введено художником Майроном Крюгером, а термін "віртуальна реальність" з'явився у 1989 р. (Д.Ланьєр). Зараз технології віртуальної реальності широко використовуються в індустрії розваг, тренажерах і симуляторах, проектуванні й дизайні, військових технологіях тощо.

1978 р. – створено 16-розрядний мікропроцесор Intel 8086, він мав цілий ряд удосконалень, які забезпечили підвищення продуктивності на порядок порівняно з процесорами попередніх поколінь.

1978 р. – фірмою Intel випущено процесор аналогових сигналів 2120, який вважається першим попередником класу цифрових сигнальних процесорів – спеціалізованих мікропроцесорів, призначених для цифрової обробки сигналів (зазвичай у реальному масштабі часу). Цифрові сигнальні процесори (ЦСП) – важливий клас мікропроцесорів, які забезпечують високопродуктивну реалізацію складних алгоритмів обробки сигналів за рахунок застосування

спеціальних архітектур з паралельною обробкою даних, апаратурної реалізації основних елементів алгоритмів тощо; вони широко застосовуються у вимірювальній апаратурі, радіолокації, засобах візуалізації (УЗД, томографія, відео та аудіопроцесори), техніці зв'язку і т. д. Перше покоління ЦСП було створено на початку 1980-х років, 2-ге – у середині 1980-х і 3-тє – у кінці 1980-х років.

1979 р. – створено 16-розрядний мікропроцесор з 8-розрядною шиною даних Intel 8088 для персональних комп'ютерів (фактично це був i8086 з 8-розрядною шиною даних), цей процесор став базою для розробки сімейства малих комп'ютерів.

1979 р. – створено оптичні компакт-диски (CD) (компанії Philips та Sony), масове виробництво CD розпочалося у 1982 р.

1979 р. – фірма Grid Systems (США) створила перший портативний комп'ютер, який вважається першим ноутбуком.

1981 р. – фірма IBM випустила перший ПК IBM PC на базі процесора Intel 8088; у цьому комп'ютері реалізовано принцип відкритої архітектури (зокрема, на системній платі були наявні вільні слоти для підключення пристроїв користувача), що забезпечило шалений ринковий успіх цього комп'ютера, за 1-2 роки він став фактичним стандартом персонального комп'ютера.

1981 р. – фірма Microsoft розробила дискову операційну систему MS DOS для 16-розрядних комп'ютерів (за замовленням IBM).

1981 р. – створено (А.Осборн, США) перший загальнодоступний комерційний ноутбук Osborne-1, який не набув поширення. У 1982 р. у продаж надійшов портативний комп'ютер фірми Compaq на процесорі i8080.

1982 р. – створено мікропроцесор Intel 286, який містив 134000 транзисторів, мав 24-бітову шину, адресував 16 Мбайт пам'яті і мав захищений режим роботи (тобто на рівні процесора забезпечував захист програм від взаємного впливу), що стимулювало розробки багатозадачних операційних систем.

1983 р. – компанія Apple впровадила графічний маніпулятор (більше відомий як миша) у своєму персональному комп'ютері.

1983 р. – випущено комп'ютер HP-150 (фірма Hewlett-Packard, США) з сенсорним екраном.

1983 р. – створено перший шаховий комп'ютер Belle, його коефіцієнт Ело сягав 2250, що відповідає рівню майстра.

1983 р. – розроблено стандарт MSX на архітектуру побутового комп'ютера.

1983 р. – фірма IBM випустила ПК IBM PC/XT, який мав вбудований жорсткий диск.

1984 р. – корпорація Apple Computers випустила комп'ютер Macintosh на 32-розрядному мікропроцесорі Motorola 68000, який мав графічний інтерфейс і акустичний вихід, що ознаменувало появу технології мультимедіа.

1984 р. – А.Пажитнов (СРСР) створив комп'ютерну гру "Тетріс" для комп'ютера "Електроніка-60", яка пізніше була переписана для персональних комп'ютерів у величезній кількості версій.

1984 р. – фірма Apple (США) випустила перший ноутбук з рідиннокристалічним дисплеєм. Широке розповсюдження ноутбуків почалося у 1990-і роки завдяки удосконаленню технології рідиннокристалічних дисплейів.

1984 р. – інженером компанії Toshiba (Японія) Фудзіо Масуоки винайдено флеш-пам'ять – твердотільну напівпровідникову енергонезалежну перезаписувану пам'ять; на сьогоднішній день флеш-накопичувачі стали стандартними пристроями персональних комп'ютерів і основними зовнішніми носіями інформації, типовий об'єм їх становить одиниці – десятки Гбайт і досягає 1 Тбайт. На даний час вже виготовлено комп'ютери, в яких замість жорсткого диску застосовуються флеш-накопичувачі.

1985 р. – з'явився перший 32-розрядний мікропроцесор Intel 386, який містив 275000 транзисторів і підтримував багатозадачний режим роботи.

1985 р. – фірмою Microsoft випущено надбудову Windows 1.01 до операційної системи MS DOS, яка являла собою першу спробу реалізувати багатозадачне операційне середовище з графічними інтерфейсом; перші версії Windows часто називають операційними оболонками, хоча вони містили ряд елементів операційних систем, але все ж використовували функції MS DOS.

1985 – 1986 рр. – у Великобританії створено трансп'ютери і розроблено паралельні комп'ютерні системи на їх основі, а також систему програмування для паралельних систем Оссам; трансп'ютер – це елемент побудови багатопроцесорних систем, виконаний на одному кристалі.

1989 р. – випущено мікропроцесор Intel 80486 (1,2 млн. транзисторів, вбудований математичний співпроцесор, кеш-пам'ять, конвєсризация обчислень);

- випущено графічну оболонку MS Windows 3.0;

- фірмою Intel випущено процесор для нейрокомп'ютерів i80170NX ETANN, який був успішно застосований у військових нейрокомп'ютерах.

1989 р. – британський вчений Тім Бернес Лі розробив і запропонував глобальний гіпертекстовий проект, відомий нині як Всесвітнє павутиння (World Wide Web – WWW) – основний, найбільш популярний сервіс мережі Інтернет. Концептуальні основи WWW було закладено програмою Enquire, яку Тім Бернес Лі створив у 1980 р. Протягом 1991 – 1993 рр. в процесі роботи над проектом Всесвітнього павутиння ним були розроблені система ідентифікації ресурсів URL, мова розмітки гіпертексту HTML, протокол передачі гіпертексту HTTP, які є основами сучасних технологій Інтернету. У 1990 р. ним же в рамках проекту були створені перший у світі веб-сервер «httpd» і перший у світі гіпертекстовий браузер WorldWideWeb.

У 1980-х роках проявились явища комп'ютерної залежності та комп'ютерної ігromанії як психічного захворювання. Завдяки розвитку мультимедійних технологій, удосконаленню комп'ютерних ігор (в тому числі появи й розповсюдженню on-line ігор), впровадженню в них технологій віртуальної реальності ці явища набули загрозливих масштабів.

1990 р. – в США компанією Bell Labs створено перший макет оптичного комп'ютера, створений пізніше оптичний процесор II покоління DOC II був здатен перевіряти до 80000 сторінок тексту в режимі пошуку слова. Роботи по оптичному комп'ютеру розгорнулись у світі з 1980-х років і продовжуються

багатьма фірмами, в тому числі Intel та IBM.

1990 р. – фірмою Microsoft випущено надбудову Windows 3.0 з підтримкою процесорів i386 із захищеним режимом, ця програма набула великої популярності у користувачів.

1991 р. – фінський студент Лінус Торвальдс випустив першу версію своєї операційної системи Linux.

1992 р. – фірмою Microsoft випущено значно покращену і удосконалену Windows 3.1, в якій реалізовано цілий ряд ефективних ідей, таких як режим WYSIWYG, шрифти TrueType, механізм OLE тощо.

1992 р. – створено перший сучасний кросплатформовий (придатний для багатьох операційних систем) браузер NCSA Mosaic (Марк Андреесен). Цей браузер набув широкої популярності, використовувався протягом тривалого часу. Він мав відкритий код і став основою для наступних браузерів, таких як Netscape Navigator та Internet Explorer. На сьогоднішній день створено багато браузерів, найбільш популярними серед яких є Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Opera. Сучасні браузери належать до вільного програмного забезпечення і часто постачаються у комплекті з іншими програмними засобами (наприклад, браузер Internet Explorer постачається у складі операційної системи Windows, починаючи з версії Windows 95 OSR2 1995 р.).

1992 р. – фірмою IBM представлено як концепт перший у світі смартфон – телефон IBM Simon (у продаж надійшов у 1994 р., але популярності не набув).

1993 р. – фірмою Intel випущено 32-розрядний мікропроцесор Pentium (тактова частота 60 МГц і 66 МГц, 2-конвеєрна архітектура, містив більше 3,1 млн. транзисторів), цей процесор започаткував сімейство архітектури P5, яка випускалася протягом 1993 – 1997 рр.;

1993 р. – в США випущено комп'ютерну гру DOOM (стрілялка – шутер від першої особи), з якої почалася історія кіберспорту.

1993 р. – завершено створення глобальної системи позиціонування GPS.

1993 р. – компанії IBM, Motorola і Apple спільно створили мікропроцесор Power PC з RISC (скорочена система команд) архітектурою.

1993 р. – фірмою Apple випущено кишеньковий персональний комп'ютер Newton MessagePad, а нещодавно створеною фірмою Palm Computing – KПК Zoomer.

1994 р. – чемпіон світу з шахів Гарі Каспаров програв шаховій програмі Fritz 3 турнірну блиц-партію.

1994 р. – Л. Едлман (університет Південної Каліфорнії) продемонстрував ефективне розв'язання за допомогою молекул ДНК класичної комбінаторної задачі комівояжера.

1995 р. – випущено операційну систему Windows 95, це була перша справжня повноцінна операційна система сімейства Windows. На сьогоднішній день ОС цього сімейства є найпоширенішими у світі (за деякими оцінками, ОС Windows встановлено на близько 90% комп'ютерів у світі), створено цілий ряд підсімейств ОС Windows: Windows NT для серверів і робочих станцій, Windows Mobile для кишенькових комп'ютерів, вбудовувані Windows Embedded;

– випущено 32-розрядний мікропроцесор Pentium Pro (5,5 млн. транзисторів, тактові частоти 150, 166, 180, 200 МГц, в ядро вбудовано кеш 2-го

рівня), це був перший процесор з архітектурою P6, лінія якої випускалась протягом 1995 – 2004 рр. (мікропроцесори Pentium Pro, Pentium II, Pentium III, Pentium M).

1995 р. – в США запущено одну з перших успішних соціальних мереж Classmates.com.

1995 р. – ізраїльська фірма VocalTec розробила і представила технологію IP-телефонії, яка дозволяє передавати в IP-мережі будь-яку інформацію – звук, зображення, відео.

1995 р. – вперше описано (психіатр Іван Голдберг, США) розлад психіки, який отримав назву Інтернет-залежність. В 1997 – 1998 рр. створено перші дослідницькі та консультативно-діагностичні центри по цій проблемі.

1996 р. – з'явилися перші DVD –диски (Японія), вони мали ємність 3,95 Гбайт; сучасні стандартні одношарові односторонні DVD мають об'єм 4,7 Гбайт, завдяки використанню короткохвильових лазерів (синіх) ємність DVD підвищено до 50 Гбайт.

1996 р. – фірма Palm Computing почала випуск дуже вдалих кишенькового ПК Palm Pilot і операційної системи Palm OS для КПК.

1996 р. – матч між чемпіоном світу Гарі Каспаровим і шаховим суперкомп'ютером Deep Blue (мав 200 процесорів, обраховував 50 мільярдів позицій за 3 хвилини), матч закінчився з рахунком 4:2 на користь людини.

1996 р. – фірмою Nokia випущено перший успішний комунікатор (пристрій, що об'єднує кишеньковий персональний комп'ютер і стільниковий телефон) – Nokia 9000 Communicator.

1997 р. – випущено мікропроцесор Pentium MMX (система команд розширена командами для роботи в мультимедійних програмах, більше 4,5 млн. транзисторів, тактові частоти 166, 200, 233 МГц, частота шини 66 МГц).

1997 р. – в США створено першу лігу кіберспортсменів Cyberathlete Professional League (завдяки величезній популярності гри Quake, яка з'явилася у 1996 р.).

1997 р. – фірмою Intel випущено мікропроцесор Pentium II (7,5 млн. транзисторів тільки у ядрі процесора, тактові частоти 233, 266, 300 МГц, збільшений до 32 кбайт кеш першого рівня), у наступному році випущено Pentium II OverDrive.

1998 р. – фірмою Intel випущено мікропроцесор Celeron – дещо спрощений і здешевлений Pentium II.

2000 р. – фірмою Intel започатковано сімейство процесорів на новій архітектурі NetBurst – суперскалярна гіперконвеєрна мікроархітектура (мікропроцесори Pentium 4 – 2000 – 2006 рр., Pentium D – 2005 – 2006 рр.).

2001 – 2007 рр. – впроваджено багатоядерні архітектури процесорів, в яких підвищення продуктивності досягається не шляхом підвищення тактової частоти, а за рахунок паралельної багатопотокової обробки даних, що раніше мало місце тільки у суперкомп'ютерах. Першим був 2-ядерний процесор POWER 4 від IBM (2001 р.), у 2004 р. фірма Sun Microsystems випустила 2-ядерний, а у 2005 р. – 8-ядерний процесор, у 2006 – 2007 рр. фірми Intel та AMD почали випуск 2-, 4- і 8-ядерних процесорів, які почали широко впроваджуватись у персональних комп'ютерах.

2003 р. – фірма LensLet (Ізраїль) виготовила оптичний процесор Enlight 256, який являє собою цифровий сигнальний процесор з оптичним акселератором, що містить 256 інтегральних лазерів, процесор має продуктивність $8 \cdot 10^{12}$ операцій за секунду. У 2004 р. фірма LensLet почала серійний випуск цих процесорів. Роботи по оптичних процесорах ведуться провідними науковими установами і фірмами: у 2008 р. ключові елементи оптичного процесора створено фірмами Intel та Luxtera, у 2009 р. повідомлено про розробку технології виготовлення оптоелектронних пристроїв і оптичних процесорів у Масачусетському технологічному інституті, у 2007 р. створено ефективні оптичні модулятори для оптичних процесорів у фірмі IBM, у 2010 р. фірмою Intel продемонстровано прототип оптичного процесора.

2003 – 2004 pp. – початок буму соціальних мереж: запущено LinkedIn, MySpace, Facebook. На сьогоднішній день соціальні мережі стали одним з найпопулярніших сегментів Інтернету, який серйозно впливає на життя людей. Соціальні мережі стали справжніми пожирачами часу і серйозним фактором поширення Інтернет-залежності.

2007 р. – в Південній Кореї помер від серцевого нападу геймер, провівши 50 годин у віртуальному світі комп'ютерної гри.

2008 р. – фірма Intel представила нову мікроархітектуру Nehalem, на основі якої виготовляються багатоядерні процесори Core i7, Core i5 (містять не менше 731 млн. транзисторів).

2009 р. – в Національній Ліверморській лабораторії Лоуренса (США) створено універсальну гібридну платформу, яка за допомогою нанoeлементів об'єднує біологічні і напівпровідникові електронні елементи. Це відкриває перспективи побудови принципово нових – біонанoeлектронних інформаційних пристроїв, які можуть поєднати швидкодію електронних елементів з властивостями біологічних інформаційних систем.

2010 р. – фірма Intel почала впровадження мікроархітектури Westmere (удосконалення Nehalem), реалізованої у процесорі Gulftown, який містить 1,17 млрд. транзисторів.

Комп'ютери застосовуються буквально в усіх галузях людської діяльності, принципово змінюючи як засоби і способи роботи, так і сам устрій життя. Інформаційні технології стають повністю електронними. Визначилась стійка тенденція зміни структури праці на користь невиробничих галузей, пов'язаних з обробкою інформації. У розвинених країнах чисельність працівників у невиробничій сфері, так званих офісних працівників, зайнятих переробкою інформації, перевищує чисельність працівників у виробничій сфері, і з року в рік їх частка продовжує збільшуватись. Комп'ютерна індустрія стала потужною визначальною галуззю економіки, причому в ній існують два самостійних і тісно пов'язаних сектори – створення апаратних і програмних засобів. Сформувалась інформаційна індустрія. Розвиток електронно-обчислювальної техніки, засобів і методів спілкування з нею, створення автоматизованих інформаційно-пошукових систем, методів розпізнання зображень призвели до того, що комп'ютери стали в змозі проводити змістовний аналіз різноманітних об'єктів. З'явився новий науковий напрям – розробка машинного (штучного) інтелекту. Розвиток інформаційних технологій продовжує йти з наростаючою

швидкістю: змінюються покоління мікропроцесорів, зростають обсяги оперативної та зовнішньої пам'яті, підвищуються тактові частоти і швидкодія, вдосконалюються програмні засоби, розробляються нові архітектури комп'ютерів і т.д.

Наводити конкретні дані, особливо чисельні, стосовно сучасного стану інформаційних технологій майже неможливо, оскільки вони дуже швидко змінюються. Протягом усієї історії електронної інформаційно-обчислювальної техніки (з початку 50-х років ХХ ст.) зростання її чисельних показників добре описується законом Мура, який був сформульований для інтегральних мікросхем (мікропроцесорів і пам'яті) таким чином: число транзисторів у кристалі подвоюється кожні 18-24 місяці. Цей закон стверджує експоненційне зростання показників інформаційно-обчислювальних засобів і в основному справджується практично для усіх показників – тактових частот, обсягів пам'яті, об'ємів технічних носіїв інформації, пропускну здатності каналів тощо. Хоча слід зазначити, що зростання таких показників як тактові частоти, кількість транзисторів в одиниці об'єму, час звернення до комірки пам'яті тощо мають принципові фундаментальні обмеження, і вже впритул наблизились до своїх граничних можливостей. Це обумовлює необхідність пошуку нових напрямків розвитку інформаційних технологій, таких як оптичні та квантові комп'ютери, біокомп'ютинг, нові архітектури комп'ютерних систем, молекулярні обчислення, біонанокомп'ютери тощо.

Досягнення інформаційних технологій, їх вплив на усі сфери людського суспільства дозволяє говорити про настання *п'ятої інформаційної революції*, змістом якої буде перехід від оперування даними до оперування знаннями і трансформація індустріального суспільства на *суспільство інформаційне*, в якому більшість працюючих зайнята виробництвом, зберіганням, переробкою та реалізацією інформації, і особливо вищою її формою – знаннями. Розвинені країни вже практично підійшли до цієї якості суспільства.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Що таке "інформація" в загальному розумінні цього слова?
2. Що таке інформатика?
3. Що таке інформаційні ресурси?
4. Що таке інформаційні технології?
5. Що розуміють під поняттям "нові інформаційні технології"?
6. Що таке комп'ютеризація?
7. Що таке інформатизація?
8. Що містить в собі інформаційне середовище?
9. Що таке інформатизація медичної діяльності?
10. Що вивчає медична інформатика?
11. Який з графіків розподілу різних видів ресурсів відповідає інформаційному ресурсу?

12. Який з графіків розподілу різних видів ресурсів відповідає енергетичному ресурсу?
13. Який з графіків розподілу різних видів ресурсів відповідає сировинному ресурсу?

1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Комп'ютерні дані. Типи даних.

Будь-яка інформація в комп'ютері повинна бути представлена в формалізованому вигляді. Це цілі числа, символи, змінні величини тощо. Вони представляються в двійковій системі числення у вигляді набору значень нулів - "0" та одиниць - "1". Якщо дані можуть набувати лише двох значень "0" (нуль) або "1" (одиниця), то кількість інформації складає 1 біт. Окремий елемент даних, який складається з послідовності восьмирозрядних значень (8 біт), називають 1 байт. Найпростіший спосіб - закодувати кожний символ, який ми вводимо, наприклад, з клавіатури, послідовністю нулів та одиниць зі сталим розміром. Кожному окремому символу клавіатури ставиться у відповідність восьмирозрядний код. Таблиця таких кодів стандартизована і для IBM-сумісних комп'ютерів називається ASCII кодування. Для прикладу: великий літері А відповідає код - 1000001 в двійковій системі, малій літері а - код 1100001. Окремий елемент даних в програмі є або константа, або змінна.

Розрізняють чотири стандартних базових типи даних, якими оперує ЕОМ: цілі, дійсні, символні та логічні (булеві).

Цілий тип даних забезпечує задання цілих чисел. В конкретній ПЕОМ існують обмеження на діапазон цілих чисел. В сучасних ПЕОМ окремі елементи даних представляються у вигляді 2-х байтових слів (16 двійкових розрядів) і діапазон їх визначають межі від 0 до 65536 (2^{16}) або від +32768 до -32768. Приклади даних цілого типу: 2, 275, 0, +76, -789.

Змінні і константи **дійсного типу** - це дійсні числа. Запис дійсного числа в ПЕОМ здійснюється у двох виглядах:

- число з плаваючою комою, наприклад 163,502; 0,00067; 99,33;
- число, представлене в експоненціальній формі, наприклад, 2,501E-6; 1,1E7; 3,4E+5, де $2,501E-6 = 2,501 \cdot 10^{-6}$.

В експоненційній формі зручно представляти дуже малі або дуже великі числа. Найважливіші характеристики дійсних чисел - діапазон можливих значень і точність, які визначаються структурними особливостями конкретної ПЕОМ.

Символьний тип. Значеннями символьного типу є елементи скінченного і впорядкованого набору знаків (наприклад, таблиця кодів КОІ 7: ...1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 ; : < = > @ А В В Г ...).

Дані типу String. Дані, значеннями яких є група символів (слово або деякий текст), називають текстовими (інший термін - рядки). Назва цього типу даних - string. При написанні програм ознакою текстової сталої є апострофи, між якими записана група символів, а саме: "5", "Lviv", "Київ". Отже, 2001 - це ціла числова стала, а "2001" - текстова стала. Текстові дані типу string можуть

містити до 255 символів, однак часто потрібна менша кількість символів n , яку задають в описах так: `string [n]`.

Логічний тип. Визначається твердженнями типу TRUE (вірно) або FALSE (невірно). Крім того, користувач часто може задати власний тип даних, потрібний для конкретних додатків.

Над різними типами даних визначені основні арифметичні операції типу додавання, віднімання, множення, ділення, $>$, $<$, \leq , \geq та інші. Дані можна впорядковувати за відповідним алгоритмом, сортувати, перетворювати, виконувати над ними інші дії. Для керування великими масивами даних існують спеціальні програмні продукти, які полегшують їх обробку та аналіз. Це так звані системи керування базами даних (СКБД). Найбільш відома СКБД Access, яка входить до пакету Microsoft Office.

Технології обробки даних.

Робоче місце сучасного користувача комп'ютера практично неможливо уявити без офісного пакету. Універсальне цільове призначення засобів, що входять в його склад, обумовили широке розповсюдження цього програмного забезпечення (ПЗ) серед всіх категорій користувачів – від наукових співробітників до секретарів. Своє походження офісні пакети ведуть від програм обробки текстів. Перші повноцінні офісні пакети, що містять текстовий процесор, редактор електронних таблиць і різні утиліти, з'явилися лише у 80-х роках XX століття. Піонером у сфері офісних пакетів вважається компанія Lotus, яка в 1982 році випустила першу версію табличного редактора Lotus 1-2-3 (займав усього 256 КБ ОЗП). В цьому ж році компанія Microsoft випустила першу версію текстового редактора Word для DOS. Через деякий час до набору офісних програм були додані програми для проведення презентацій, планувальники-органайзери, а також персональні системи управління базами даних. Основний етап еволюції офісних пакетів припав на початок 80-х років до середини 90-х. Подальші удосконалення стосувалися лише покращення користувацького інтерфейсу, зручності у роботі, інтеграції в Інтернет тощо.

Офісний пакет – сукупність програм (додатків) з уніфікованим інтерфейсом, які дозволяють виконувати роботу з обробки інформації. Оскільки сучасні інформаційні технології впевнено рухаються в бік розвитку і втілення концепції "цифрової нервової системи" підприємств, що забезпечує доступ до будь-яких інструментів і даних, взаємозв'язок співробітників, стандартизацію і керування документообігом, то офісні пакети переросли у офісні системи.

Класифікація відомих офісних пакетів. Офісні пакети, що існують сьогодні, можна розділити (за комерційним принципом) на групи: **комерційні (платні)**, **відкриті (безкоштовні)**, **умовно-комерційні (платне оновлення та підтримка)**. Серед них Microsoft Office, OpenOffice, EasyOffice, Star Office Koffice, Applix Siag Office, GNOMEOffice, Nancom Office. Відкритим називається ПЗ, копії якого можна вільно розповсюджувати, використовувати у будь-яких цілях, вихідні коди програми доступні усім та їх можна змінювати, після зміни коди первинних програм або програм, що включають фрагменти відкритого ПЗ, також повинні залишатися відкритими і вільними. Кожний

офісний пакет створюється і використовується для окремої ОС (наприклад, Microsoft Office для MS Windows, KOffice для KDE), або для кількох (Open Office для MS Windows і Linux). Також можна виділити офісні пакети:

- для документообігу (Microsoft Office, Open Office, Star Office та ін.);
- для колективної роботи (GroupWise, SharePoint Portal, Lotus Domino R5);
- так звані "офіси", які являють собою набір програм для роботи офісного підприємства і можуть включати все необхідне для його роботи, а саме: засоби підтримки телефонів, документообігу, серверів, відеоспостереження та ін. (Template 20, "Преміум Офіс");

- також існує офісний пакет для кишенькових ПК та мобільних телефонів, наприклад, QuickOffice Premier – мобільний офіс, третя версія якого має програму роботи з документами, електронними таблицями і електронними презентаціями.

Сучасний офісний пакет повинен мати можливість:

- створення: текстових документів, графічних, змішаних типів документів, інтерактивних презентацій, web-сторінок з мультимедіа;

- створення і робота з базами даних;
- організація роботи з електронною поштою;
- перевірка правопису;
- можливість логічної розмітки документів;
- створення графіків та діаграм;
- наявність шаблонів;
- обробка математичної інформації.

Основні вимоги до роботи з офісним програмним пакетом:

- вимоги до системних ресурсів (бажано, щоб офісний пакет був якнайменш ресурсоємким, що забезпечить його коректну роботу навіть на старих комп'ютерах);

- легкість встановлення (бажано, щоб навіть мало обізнана людина змогла встановити даний пакет у себе);

- гнучкість налагоджень компонентів (дозволяє людині встановити саме те, що їй треба);

- кросплатформеність (можливість встановлення ПЗ під різними операційними системами);

- розумний розподіл функцій по програмам залежно від їх типу;

- ергономічний інтерфейс (забезпечує зручність роботи з панелями інструментів і меню);

- гарна внутрішня інтеграція між додатками (мова йде про те, щоб інформацію з одного додатку перенести в інший додаток);

- підтримка групової роботи документів;

- можливість захисту інформації;

- висока надійність від збоїв та критичних помилок програмного забезпечення.

Сучасні технології обробки текстів дозволяють автоматично перевіряти орфографію і граматику, виправляти типові помилки, інформувати користувача про незрозумілі слова чи вирази, перевіряти правопис тексту на іноземній мові. Машинний, а точніше, комп'ютерний переклад – це також письмовий переклад,

так як в результаті ми отримуємо письмовий текст, але виконує його не перекладач, а особлива комп'ютерна програма. Головна проблема сучасних систем перекладу – відсутність логічно змістового зв'язку в реченнях, а також довільна трактовка перекладу окремих слів чи фраз.

Текстовий редактор Word.

Текстовий редактор Word є однією з найпопулярніших апікацій Windows, яка входить до складу інтегрованого пакету Office. Він забезпечує практично усі потреби роботи з текстами: набір тексту будь-якої складності, форматування тексту, підготовка і створення документів, листів, звітів тощо, вставку у текст різноманітних графічних матеріалів (діаграм, малюнків, фотографій та ін.) і т.д. Редактор Word також надає користувачеві ряд ефективних сервісних засобів, таких як перевірка правопису, автотекст, створення і використання стилів, автоматичний підбір синонімів, автоматичне формування вмісту документа, засоби створення таблиць та ін. Протягом одного заняття ми не зможемо розглянути навіть 1/10 можливостей редактора Word, ми просто зробимо короткий огляд того, як виконувати набір і просте редагування тексту.

В редакторі Word втілено принцип "що бачиш, те й отримуєш" (what you see is what you get, або скорочено WYSIWYG), тобто документ на екрані має точно той самий вигляд, що й на папері. Це значно спрощує роботу по створенню документів.

Редактор Word забезпечує великий набір функцій роботи з текстом: зміна шрифтів, їх розмірів і способів зображення, зміну розташування тексту на сторінці, зміну інтервалів між рядками та між абзацами, створення колонитулів, автоматичну вставку полів різних типів, номерів сторінок та ін. Word має широкий набір сервісних функцій: перевірка правопису, пошук синонімів, створення таблиць, малюнків і текстових ефектів, автоматичні пошук і заміну заданих фрагментів тощо. У редакторі Word наявні інтегровані засоби роботи у комп'ютерних мережах. Word підтримує механізм впровадження об'єктів OLE-2 (object linking and embedding – зв'язування і вмонтовування об'єктів), що забезпечує його взаємодію з іншими Windows-апікаціями, перш за все з пакету Office, і дозволяє створювати "синтетичні" документи, які включають об'єкти, створені іншими апікаціями (наприклад, діаграму табличного процесора Excel, звуковий запис, відеокліп, гіпертекст тощо). Слід мати на увазі, що у повній мірі ці можливості реалізуються тільки в електронних документах, які можуть включати об'єкти різні за своєю фізичною реалізацією. Word надає гнучкі засоби друку документів: друк усіх або тільки заданої групи сторінок, вибір орієнтації сторінки і її розміру, друк тільки парних або тільки непарних сторінок, керування розташуванням тексту на сторінці і т.п.

Редактор Word є багатовіконною апікацією, тобто він може працювати в одному сеансі роботи з багатьма документами, кожний з яких відкривається у своєму вікні, яке називається **вторинним**. Вторинне вікно документа об'єднується з вікном Word у повноекранному режимі вікна документа – вони мають спільний рядок заголовка, але окремі кнопки керування вікном (рис. 1). Кнопки керування вторинного вікна виконують ті ж функції, що і кнопки вікна

аплікації - закриття вікна документа, зміну розміру вікна, згорнення вікна у кнопку. Вторинне вікно згортається у кнопку, яка розміщується у нижній частині робочого поля вікна редактора і містить ім'я документа, кнопку системного меню та кнопки керування вікном. З усіх вторинних вікон у кожний момент часу тільки одне є активним – те, з яким виконується робота у цей момент, воно є верхнім з усіх вікон.

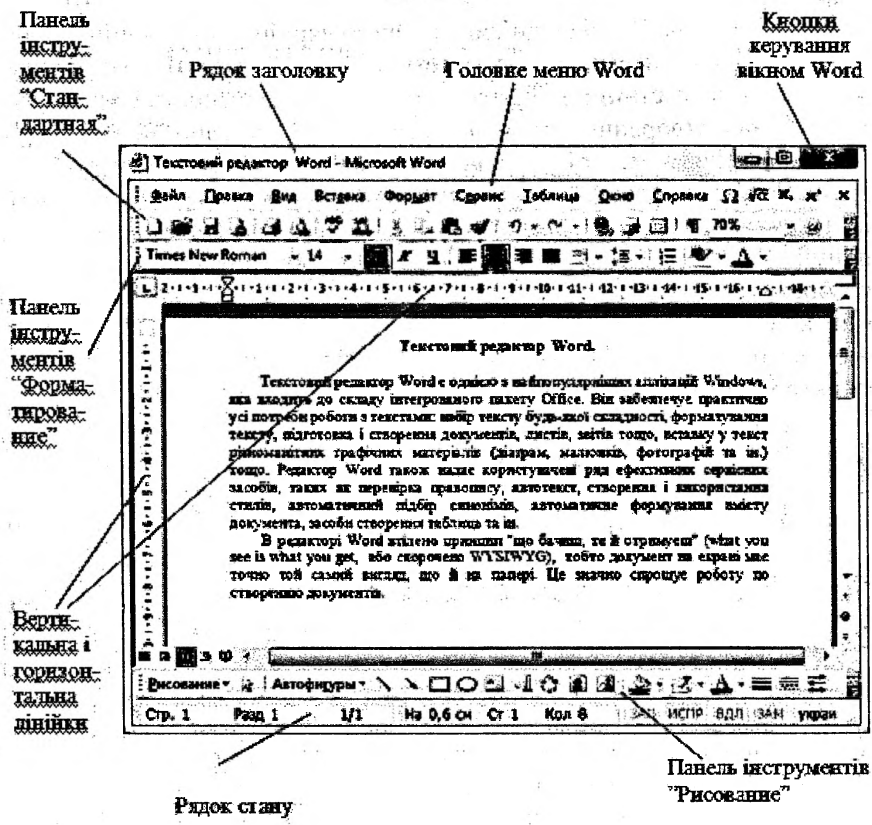


Рис. 1

Перехід між вторинними вікнами виконується за допомогою комбінації клавіш Ctrl+F6 (при цьому відкриті вікна по черзі активуються) або через пункт "Окно" головного меню (шляхом вибору потрібного вікна із списку вторинних вікон). Коли вторинні вікна згорнуті у кнопки, потрібний документ можна активізувати за допомогою лівого кліка (ЛК) на його кнопці.

Між документами, відкритими в одному сеансі (між їх вікнами), можна легко виконувати обмін даними. Обмін даними між документами, а також і між аплікаціями, здійснюється за допомогою буфера обміну (clipboard), який являє собою спеціальну організовану операційною системою область оперативної пам'яті, в якій тимчасово зберігається інформаційний об'єкт (фрагмент тексту, малюнок, файл і т.д.), що надалі копіюється з буфера (вставляється) в потрібне місце.

Редактор Word входить до складу інтегрованого пакету Office і використовує деякі стандартні засоби цього пакету (відкриття та збереження файлів, редагування файлів, друк документів, форматування документів та ін.).

На рис. 1 наведено вікно Word з відкритим у ньому документом "Похвала". Воно містить:

1. Рядок заголовку, в якому присутні: кнопка системного меню, ім'я аплікації та ім'я документа (оскільки вторинне вікно документа об'єднане з вікном аплікації), кнопки керування вікном.

2. Головне меню вікна, до якого стандартно входять пункти: "Файл", "Правка", "Вид", "Вставка", "Формат", "Сервіс", "Таблиця", "Окно", "?". Слід мати на увазі, що склад головного меню може змінюватись за допомогою налаштування.

3. Панелі інструментів. Панелі інструментів не є обов'язковими елементами вікна, їх присутність на екрані і перелік панелей задаються шляхом налаштування параметрів Word. На рис. 1 зображено найчастіше вживані панелі "Стандартная" і "Форматирование", а також панель "Рисование".

4. Робоче поле, в якому виконується робота з документом, з горизонтальною і вертикальною лініями. За допомогою них керують розміщенням документа на сторінці (здають горизонтальні й вертикальні поля, відступи і виступи). Лінійки є необов'язковими елементами вікна.

5. Горизонтальна і вертикальна смуги прокручування.

6. Рядок стану, в якому виводиться службова інформація: поточний режим, поточна позиція на сторінці (рядок і стовпчик) та ін.

Панель інструментів являє собою стандартний необов'язковий елемент вікон Windows і Windows-аплікацій. Вона являє собою групу кнопок, позначених піктограмами найбільш часто використовуваних команд. Запуск команди, що знаходиться на панелі інструментів, здійснюється за допомогою ЛК на її кнопки. Звичайно панель інструментів являє собою рядок, але можливі й інші варіанти її оформлення. Призначення панелі інструментів – пришвидшити роботу користувача за рахунок прискорення виклику найбільш популярних команд. Команда з панелі інструментів викликається одним ЛК на її піктограмі (для виклику через головне меню потрібно два або й три ЛК).

Інструментальні засоби редактора Word засновані на відповідних засобах ОС Windows і, у відповідності з цим, утворюють тріаду: головне меню – панелі інструментів – контекстне меню. Усі ці засоби наявні в редакторі Word у тому ж вигляді, що й в ОС Windows. Інтерфейс користувача редактора Word також являє собою ієрархічну систему, основними елементами якої є головне меню, меню команд, діалогові вікна, множина об'єктів та інструментальні засоби.

Пункти головного меню Word являють собою входи до підпорядкованих меню, які об'єднують подібні за призначенням команди. Для виклику певної команди потрібно обрати відповідний пункт головного меню, тобто дати на нього ЛК, а потім у підпорядкованому меню (меню команд), що з'являється на екрані (випадає з обраного пункту) дати ЛК на потрібній команді. Якщо команда потребує для виконання додаткової інформації, то для її введення видаються спеціальні запити у вигляді діалогових вікон, списків вибору, перемикачів та ін.

Призначення пунктів головного меню:

"Файл" – всі операції, пов'язані з файлами, друком і форматуванням сторінки (відкриття існуючого, створення нового і збереження робочого файлу, перегляд робочого документу, закриття документа, налаштування параметрів друку тощо).

"Правка" – всі операції з буфером обміну (вирізання, копіювання, вставка), пошуком і заміною елементів тексту, відміна і повторення останніх операцій).

"Вид" – встановлення варіанту подання документа на екрані (звичайний, електронний, структура, розмітка сторінки, головний документ), керування вмістом вікна Word'у (включення/виключення панелей інструментів, лінійок тощо), керування колонитулами у документі та зміна масштабу відображення документа на екрані.

"Вставка" – всі операції, пов'язані зі вставкою (символів, полів, номерів сторінок, автотексту, приміток, файлів, малюнків тощо), включаючи вбудовування об'єктів.

"Формат" – всі операції, пов'язані з форматуванням (вид шрифту і його параметри, параметри абзаців, параметри списків тощо);

"Сервіс" – різноманітні додаткові функції (перевірка правопису, підбір синонімів, переноси слів, захист елементів документа та самого документа тощо, а також налаштування Word'у, зокрема, налаштування головного меню, меню команд, панелей інструментів та ін.).

"Таблиця" – всі операції, пов'язані зі створенням і обробкою таблиць (креслення таблиці, вставка таблиці, форматування елементів таблиці, вставка формул та ін.).

"Окно" – всі операції, пов'язані з вторинними вікнами Word (впорядкування і розташування вторинних вікон в робочому полі, вибір вікна, розділення вікна).

"?" – довідкова система Word.

Деякі засоби головного меню Word є стандартними для усіх аплікацій пакету Office (відкриття файлу, збереження файлу, видалення і копіювання у буфер обміну, відміна дії тощо).

Запис файлу на диск може бути виконаний двома способами:

- командою "Сохранить как ..." пункту "Файл" головного меню;
- командою "Сохранить" пункту "Файл" головного меню або кнопкою "Сохранить" (її піктограма являє собою зображення дискети) на стандартній панелі інструментів.

При використанні команди "Сохранить" (або кнопки "Сохранить") файл записується під існуючим ім'ям, якщо воно вже було присвоєне йому користувачем. При першому записі файлу видається діалогове вікно "Сохранение документа", через яке задаються місце збереження, тип та ім'я файлу, при цьому Word автоматично пропонує ім'я файлу, що являє собою перший рядок тексту, і місце запису файлу – теку "Мои документы". При наступних збереженнях файлу командою "Сохранить" діалогове вікно не видається. При використанні команди "Сохранить как ..." завжди видається діалогове вікно "Сохранение документа". Керування цим діалоговим вікном

здійснюється за допомогою керуючих кнопок, які мають написи, що пояснюють їх призначення.

Відкриття документа Word може бути здійснене кількома стандартними для Windows-аплікацій способами. Найшвидший – безпосереднє відкриття документа за допомогою ЛК на його піктограмі або командою "Открыть" контекстного меню, яке викликається для документа за допомогою правого кліка (ПК) на його піктограмі. У головному меню MS Word для відкриття документа існує команда "Открыть", яка продубльована кнопкою на панелі інструментів "Стандартная".

При виклику команди "Открыть" видається діалогове вікно "Открытие документа", будова і використання якого подібні до вікна діалогового вікна збереження файла.

Крім того, декілька останніх документів, з якими велася робота, можуть бути відкриті через пункт "Документы" головного меню Windows. Для документа також може бути створений ярлик, який можна розмістити на робочому столі й використовувати для відкриття документа.

Довідкова система побудована повністю аналогічно довідковій системі Windows. Вона викликається за допомогою ЛК на пункті "?" головного меню або натиснення клавіш F1. Крім того, існує контекстна довідка, яка викликається через ЛК на кнопці "?" стандартної панелі інструментів (при цьому графічний вказівник (ГВ) перетворюється на знак питання, його потрібно навести на незрозумілий елемент і дати ЛК) або на кнопці "?" у рядку заголовка діалогового вікна.

Як і в самій ОС Windows, у Word існує контекстне меню, яке викликається за допомогою ПК на певному елементі.

Для забезпечення зручності роботи кожна кнопка панелі інструментів має назву, яка відображує її призначення. Для того, щоб побачити назву кнопки, потрібно навести на неї ГВ і трішки затримати його.

Запуск Word здійснюється стандартними засобами запуску аплікацій Windows: через головне меню, за допомогою ярлика на робочому столі або шляхом відкриття документа.

Word пам'ятає стан усіх документів, з якими він працює у даному сеансі роботи, і при закритті Word, а також при закритті документа, що не був збережений після редагування, видає попередження про це з пропозицією записати документ на диск.

2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання №1. Запуск редактора Word і встановлення необхідних параметрів сторінки.

1. Запустити редактор Word. Для цього потрібно:

- натиснути кнопку "Пуск";
- обрати вказівником пункт головного меню "Программы", при цьому з'являються підпорядковані меню;

- у меню "Microsoft Office" знайти команду Microsoft Word і дати на ній ЛК. В результаті на екрані відкривається вікно редактора Word з відкритим вікном нового документа (робоче поле виглядає як чистий лист паперу).

Примітка. У вторинному вікні повинні бути наявні лінійки і панелі інструментів "Стандартная" і "Форматирование". Якщо їх немає, звернутися до викладача.

2. Встановити такі параметри сторінки: відступ зверху - 2 см, знизу - 2,5 см, відступ зліва - 3,5 см, справа - 3 см. Порядок виконання:

- дати ЛК на пункті "Файл" головного меню, при цьому з'явиться випадаюче меню;
- у випадаючому меню дати ЛК на пункті "Параметры страницы". При цьому на екрані з'явиться діалогове вікно;
- дати ЛК на закладці "Поля";
- дати ЛК у рядку встановлення розміра поля "Верхнее" виправити попереднє значення на 2 см;
- аналогічно встановити такі розміри решти полів: "Нижнее" - 2,5 см, "Левое" - 3,5 см, "Правое" - 3 см. При цьому справа у вікні "Образец" можна бачити зразок майбутнього документа (див. рис. 2).

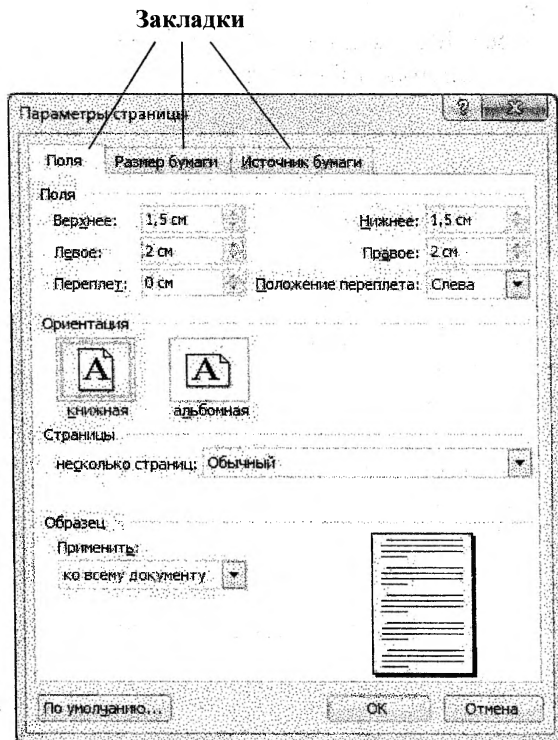



Рис. 2

3. Встановити розмір паперу 21х29,7 см, книжкову орієнтацію. Порядок виконання:

- на закладці "Поля" встановити перемикач "Ориентация" в положення "Книжная";

- дати ЛК на закладці "Размер бумаги" і в рядку "Ширина" написати: 21 см, у рядку "Высота" - 29,7 см;
- у віконці "Применить" дати ЛК на кнопці розкриття списку і за допомогою ЛК вибрати "Ко всему документу";
- перевірити правильність усіх налаштувань і дати ЛК на керуючій кнопці ОК. Після цього встановляться вибрані нами параметри і діалогове вікно "Параметры страницы" зникне.

4. Встановити відступ першого рядка ("отступ первой строки" або абзац) у 1,5 см, для чого:

- навести ГВ на повзунок  "Отступ первой строки", що знаходиться на горизонтальній лінійці (при затримці на ньому ГВ з'являється підказка "Отступ первой строки");
- перетягнути його мишею на відмітку 1,5 см на смугі поля тексту на горизонтальній лінійці.

Примітка. Повзунки "Отступ слева", "Виступ" та "Отступ справа", що знаходяться на горизонтальній лінійці, задають відповідно відступ ліворуч, виступи тексту і відступ праворуч відносно встановлених лівого і правого полів.

Завдання №2. Встановлення шрифту і способу вирівнювання тексту.

1. Встановити шрифт Times New Roman розміром 14 пунктів звичайного накреслення. Для цього:

- клацнути пункт "Формат" головного меню. При цьому випадає підпорядковане меню "Формат";
- у меню "Формат" клацнути команду "Шрифт". При цьому з'являється діалогове вікно "Шрифт", через яке задаються параметри для команди "Шрифт";

- уважно ознайомитись зі складом і будовою вікна "Шрифт";
- обрати закладку "Шрифт" (за допомогою ЛК на ній);
- у списку вибору "Шрифт" знайти і обрати Times New Roman, для чого навести на нього ГВ і дати ЛК (щоб дістатися до цього шрифту, можливо, потрібно буде прокрутити список за допомогою смуги прокручування праворуч від списку);

- у списку вибору "Начертание" обрати "Обычный" (дати на ньому ЛК);
- у списку вибору "Размер" обрати за допомогою ГВ (або ввести з клавіатури) число 14. Для введення розміру шрифту з клавіатури слід дати ЛК у вікні вводу "Размер" – при цьому у вікні з'являється текстовий курсор, і відредагувати число у вікні;

- у віконці "Подчеркивание" встановити його відсутність, за допомогою ЛК на елементі "нет". Список варіантів підкреслювання розкривається по ЛК на кнопці розкриття списку в кінці рядка "Подчеркивание";

- аналогічно параметру "Подчеркивание" встановити колір "Авто" у віконці "Цвет";

- встановити відсутність ефектів у тексті, що буде вводиться, шляхом зняття галочок у віконцях перемикачів "Видоизменение" (якщо в якомусь

віконці стоїть галочка, тобто відповідний ефект включено, то для його зняття потрібно дати ЛК на віконці або на відповідному рядку);

- зафіксувати виконане налаштування, для чого дати ЛК на кнопці ОК внизу вікна або натиснути Enter. В результаті встановлюються задані параметри шрифту.

Примітки:

а) команда "Формат" дозволяє також створювати спеціальні анімаційні ефекти у тексті (закладка "Анімація") та встановлювати потрібний інтервал (закладка "Інтервал");

б) керувати типом шрифту, його розміром і накресленням можливо також за допомогою панелі інструментів "Форматирование". Використання команди "Шрифт" більш наочне;

в) зверніть увагу, що в нижній частині вікна "Шрифт" знаходиться вікно "Образец", в якому демонструється, як виглядатиме текст при зроблених налаштуваннях.

2. Встановити вирівнювання тексту "По ширине", для чого:

- клацнути пункт "Формат" головного меню;
- у меню "Формат" клацнути команду "Абзац". На екрані з'являється діалогове вікно "Абзац";

- у вікні "Абзац" обрати закладку "Отступы и интервалы", для чого дати на ній ЛК;

- дати ЛК на кнопці розгорнення списку на правому кінці рядка "Выравнивание";

- у списку вибору "Выравнивание", що розкрився, клацнути пункт "По ширине";

- підтвердити створене налаштування за допомогою ЛК на кнопці ОК або натисненням клавіші Enter.

Примітка. Спосіб вирівнювання можна обирати також кнопками панелі інструментів "Форматирование".

Завдання №3. Введення і форматування тексту.

1. Ввести наступний виділений текст, виконуючи, де потрібно, переключення мови за допомогою індикатора мови на панелі задач.

Виділення фрагменту тексту у Word.

Для виконання якої-небудь операції з вже набраним текстом його потрібно виділити. Для цього ГВ встановити на початок потрібного фрагмента, натиснути ліву кнопку маніпулятора і протягнути ГВ до кінця фрагмента. Виділений текст відмічається інверсним кольором.

Щоб зняти виділення, потрібно клацнути мишею в будь-якому місці тексту (туди ж переміститься і курсор).

Виділений фрагмент тексту може бути видалений або вирізаний чи скопійований у буфер обміну.

Примітка. Зверніть увагу, що Word автоматично переносить слова, коли довжина рядка, що вводиться, стає більшою встановленої ширини тексту. При

цьому витримуються встановлені поля. При натисненні Enter виконується перехід на новий абзац, а не перехід на новий рядок.

2. Виділити заголовок напівжирним шрифтом розміром 16 пунктів і підкреслюванням. Для цього:

- виділити заголовок, для чого протягнути ГВ при натисненій лівій кнопці від його початку до кінця;

- клацнути на кнопці розгорнення списку вікна "Размер шрифта" на панелі інструментів "Форматирование" і у списку вибору, що з'являється на екрані, клацнути число 16 (або клацнути на вікні розміру шрифту, в якому при цьому з'являється текстовий курсор, і відредагувати вміст вікна, щоб у ньому було число 16). В результаті шрифт заголовка збільшиться до 16 пунктів;

- встановити виділений (напівжирний) шрифт і підкреслювання для заголовка, для чого на панелі інструментів "Форматирование" клацнути на кнопці Ж ("Полужирный") і на кнопці Ч ("Подчеркнутый");

- дати ЛК на довільному місці тексту, в результаті заголовок буде виділений напівжирним шрифтом і підкреслюванням.

3. Відмінити підкреслювання і виділення заголовка напівжирним шрифтом. Для цього:

- клацнути один раз на кнопці "Отменить" на панелі інструментів "Стандартная", в результаті підкреслювання заголовка зникне;

- клацнути ще один раз на кнопці "Отменить" на панелі інструментів "Стандартная", щоб зняти виділення заголовка напівжирним шрифтом. В результаті заголовок буде виділений тільки розміром шрифту.

4. Встановити заголовок по центру поля тексту, для чого:

- виділити заголовок;
- на панелі інструментів "Форматирование" клацнути кнопку "По центру", в результаті заголовок буде вирівняно по центру тексту.

Примітка. Аналогічно виконується вирівнювання по лівому і по правому краю та по ширині. Параметри вирівнювання задаються у діалоговому вікні "Абзац" команди "Формат".

Завдання №4. Запис файлу на диск.

1. Клацнути пункт "Файл" головного меню.

2. У меню "Файл", що з'являється на екрані, клацнути команду "Сохранить как...". При цьому з'являється діалогове вікно "Сохранение документа".

3. У рядку "Папка" клацнути кнопку розгорнення списку.

4. У вікні дерева тек, що з'являється на екрані, клацнути теку "Диск D", при цьому у вікні відображається вміст диску D.

5. Знайти теку Student і дати на ній 2ЛК, при цьому тека Student встановлюється у вікні "Папка" і відображається її вміст.

6. Перевести ГВ у рядок вводу "Имя файла" і дати ЛК, при цьому у рядку вводу з'являється текстовий курсор. Зверніть увагу на ім'я документа, що пропонується системою (воно знаходиться у рядку вводу).

7. Видалити попереднє ім'я за допомогою стандартних способів редагування і ввести ім'я документу "Вправа1".

8. Перевести ГВ у рядок вводу "Тип файла" і дати ЛК, при цьому розгортається список вибору типів файлу.

9. Обрати у списку вибору типа файла тип "Документ Word", якщо він не встановлений.

10. Клацнути кнопку "Сохранить" на правому боці вікна. В результаті створений документ буде записано у теку Student під ім'ям "Вправа1.doc". Розширення Word додає автоматично у відповідності з обраним типом файла, у даному випадку – це розширення .doc.

11. Закінчити сеанс роботи і закрити редактор Word. Для цього клацнути кнопку закриття вікна у рядку заголовка або натиснути комбінацію клавіш Alt+F4. При цьому Word видає запит на збереження змін файлу (тобто на запис файлу на диск). На цей запит обов'язково потрібно дати відповідь, клацнувши кнопку "Нет" (якщо він з'являється).

Завдання №5. Відкриття документа у редакторі Word.

1. Відкрити документ "Вправа1.doc", для чого:

- відкрити теку "Student", знайти в ній документ "Вправа1.doc";
- дати 2ЛК на піктограмі документа "Вправа1 .doc" (або дати ПК на його піктограмі, а потім ЛК на команді "Открыть" контекстного меню). В результаті здійснюється запуск редактора Word, а потім відкриття у ньому документа "Вправа1.doc", і на екрані з'являється вікно Word з вторинним вікном документа.

Примітка. Документ "Вправа1" має розширення .doc, яке визначає його тип як документа редактора Word. Завдяки цьому забезпечується розпізнавання його приналежності редактору Word при відкритті документа.

2. Відкрити документ "Правило.doc" за допомогою засобів Word. Для цього:

- клацнути пункт "Файл" головного меню і у меню "Файл", що з'являється на екрані, клацнути команду "Открыть" (або просто на стандартній панелі інструментів клацнути кнопку "Открыть", значок якої має вигляд книги, що відкривається). В результаті з'являється діалогове вікно "Открытие документа";
- у вікні "Открытие документа" клацнути на кнопці розгорнення списку на правому кінці рядка вводу "Папка";
- у вікні дерева тек дати ЛК на значку диска D, в результаті відображається вміст диску D;
- знайти на диску D теку "Student" і дати на ній 2ЛК (або обрати теку "Student" одним ПК і клацнути команду "Открыть" контекстного меню, або обрати теку "Student" одним ЛК і клацнути керуючу кнопку "Открыть" чи натиснути клавішу Enter);
- у теці "Student" навести ГВ на документ "Правило.doc" і дати на ньому 2ЛК (або обрати його одним ПК і потім клацнути кнопку "Открыть" контекстного меню). В результаті у вікні редактора Word відкривається вторинне вікно документа "Правило", яке відразу стає активним.

Примітка. Раніше відкрите вікно документа "Вправа1.doc" також залишається відкритим і доступним для роботи. Число одночасно відкритих

вторинних вікон може бути дуже великим, воно перекриває усякі реальні потреби користувача.

Завдання №6. Переключення між вторинними вікнами.

1. Виконати переключення між вторинними вікнами за допомогою комбінації клавіш Ctrl+F6. Для цього:

- натиснути комбінацію клавіш Ctrl+F6, при цьому вікно документа "Вправа1.doc" стає активним;
- натиснути комбінацію клавіш Ctrl+F6 ще раз, при цьому знову стає активним вікно "Правило.doc".

2. Виконати переключення між вторинними вікнами за допомогою головного меню. Для цього:

- клацнути кнопку "Окно" головного меню, в результаті з'являється меню "Окно", в нижній частині якого знаходиться перелік відкритих у даному сеансі роботи вторинних вікон, активне вікно позначене у цьому списку галочкою;
 - навести ГВ на ім'я вікна "Вправа1.doc" у списку вторинних вікон і дати ЛК, в результаті вікно "Вправа1.doc" стає активним;
 - активувати вікно "Правило.doc" будь-яким способом.
3. Закрити усі відкриті вікна і перейти на робочий стіл.

Завдання №7. Вставка у текст спеціальних символів

1. Доповнити текст документа "Вправа1.doc" символами √, α, β, ®, ©, Ω. Для цього:

- відкрити документ "Вправа1.doc";
 - перевести текстовий курсор на останню позицію тексту і вставити два пустих рядки, натиснувши два рази клавішу Enter;
 - клацнути пункт "Вставка" головного меню;
 - у меню "Вставка", що з'явилося на екрані, клацнути команду "Символ...".
- В результаті на екран видається діалогове вікно "Символ";
- ознайомитись з будовою і вмістом діалогового вікна "Символ";
 - клацнути кнопку розгорнення списку вибору, що знаходиться на правому кінці рядка "Шрифт", при цьому розгортається список наявних шрифтів;
 - за допомогою смуги прокручування знайти шрифт Symbol, якщо він не встановлений, і дати на ньому ЛК. В результаті у центральному полі вікна "Шрифт" виводяться символи шрифту Symbol;
 - знайти перший символ √ і обрати його одним ЛК, при цьому символ виділяється і відображається збільшеним;
 - клацнути кнопку "Вставить" внизу вікна (або натиснути клавішу Enter, або дати 2ЛК на символі), в результаті обраний символ √ буде встановлено в текст у позиції текстового курсору;
 - аналогічним способом вставити інші символи безпосередньо після символу √ (обравши їх з множини символів і давши ЛК на кнопці "Вставить");
 - закрити вікно "Символ", для чого дати ЛК на керуючій кнопці "Закрить", що знаходиться внизу вікна поряд з кнопкою "Вставить". При цьому здійснюється повернення у вікно документа.

Завдання №8. Операції з фрагментами.

1. Виконати копіювання фрагменту тексту в документі "Вправа1.doc" за допомогою головного меню. Для цього:

- увійти у вікно документу "Вправа1.doc";
- виділити довільний фрагмент тексту (частину рядка або кілька рядків, але не увесь текст);
- дати ЛК на пункті "Правка" головного меню, при цьому розгортається меню "Правка";
- у меню "Правка" клацнути команду "Копировать", в результаті виділений фрагмент копіюється у буфер обміну;

Примітка. Запишіть у зошит і запам'ятайте піктограми, якими позначені команди "Вырезать", "Копировать" и "Вставить", а також комбінації клавіш, що відповідають цим командам.

- перемістити ГВ в інше місце тексту (краще створити новий рядок і встановити ГВ у ньому);
- дати ЛК спочатку на пункті "Правка" головного меню, а потім команді "Вставить". В результаті виділений фрагмент тексту з буфера обміну вставляється у тому місці, де знаходиться ГВ.

Примітка. Переміщення фрагменту виконується аналогічно за допомогою команд "Вырезать" (по цій команді виділений фрагмент видаляється з тексту і переноситься у буфер обміну) і "Вставить" головного меню.

2. Виконати переміщення фрагментів тексту за допомогою контекстного меню. Для цього:

- у документі "Вправа1" виділити довільний фрагмент тексту;
- навести ГВ на виділений фрагмент і дати ПК, в результаті з'являється контекстне меню для виділеного фрагменту;
- у контекстному меню клацнути команду "Вырезать". При цьому виділений фрагмент видаляється з тексту і записується у буфер обміну;
- перевести ГВ у довільне місце у полі тексту і дати ПК, при цьому розгортається контекстне меню;
- у контекстному меню дати ЛК на команді "Вставить". В результаті вирізаний фрагмент тексту вставляється у обраній позиції;
- перевести ГВ на іншу позицію, викликати контекстне меню і дати команду "Вставить", в результаті чого той самий фрагмент знову буде встановлено в текст.

Примітка. При виконанні вставки вміст буферу обміну не втрачається. Копіювання фрагменту виконується аналогічно за допомогою команд "Копировать" і "Вставить" контекстного меню.

3. Виконати копіювання фрагмента тексту за допомогою операції перетягування. Для цього:

- у тексті документу "Вправа1 .doc" виділити довільний фрагмент;
- захопити його вказівником (навести на нього ГВ, натиснути праву кнопку і не відпускати її);
- перетягнути ГВ при натисненій правій кнопці в іншу позицію в тексті й відпустити кнопку;

- у контекстному меню, яке при цьому з'являється, клацнути команду "Копировать", в результаті фрагмент буде скопійовано у призначене місце тексту.

Примітки:

а) переміщення фрагменту виконується аналогічно за допомогою команди "Переместить" контекстного меню. Якщо Ви передумали виконувати операцію з фрагментом, у контекстному меню потрібно клацнути команду "Отмена";

б) одна з команд контекстного меню виділена напівжирним шрифтом. Ця команда виконується при перетягуванні фрагмента при натисненій лівій кнопці без видачі контекстного меню.

4. Виконати копіювання фрагментів тексту "Вправа1.doc" у вікно нового документа. Для цього:

- відкрити новий документ, для чого дати ЛК на кнопці "Создать" стандартної панелі інструментів, або відкрити меню "Файл" головного меню і у ньому клацнути команду "Создать". При цьому відкривається вікно нового документу;

- перейти у вікно документа "Вправа1.doc";
- виділити частину тексту документа "Вправа1.doc";
- скопіювати виділений текст у буфер обміну (командою "Копировать" меню "Правка" головного меню, або через контекстне меню, або кнопкою "Копировать" стандартної панелі інструментів, або відповідною комбінацією клавіш Ctrl+C);

- перейти у вікно нового документа;
- дати команду "Вставить" у довільному місці нового документа через контекстне меню, або кнопкою "Вставить" стандартної панелі інструментів, або через пункт "Правка" головного меню, або відповідною комбінацією клавіш). В результаті виділений фрагмент тексту з'являється у вікні нового документа.

Примітка. Аналогічно виконується і переміщення фрагментів тексту між вікнами за допомогою команд "Вырезать" і "Вставить".

Завдання №9. Відміна виконаних дій.

1. Перейти у вікно документа "Вправа1.doc".
2. Видалити довільний фрагмент тексту, для чого виділити його і натиснути клавішу Delete, в результаті фрагмент тексту зникає.
3. Перейти на новий рядок і ввести текст "Нарешті я навчився працювати з Word".

4. Клацнути у головному меню пункт "Правка", а потім у меню "Правка" - команду "Отменить ввод". В результаті введений у попередньому пункті текст буде видалено.

Запам'ятайте і запишіть піктограми, якими позначено команди "Отменить" і "Вернуть", а також відповідні їм комбінації клавіш.

5. Знову відкрити меню "Правка" і клацнути у ньому команду "Отменить ввод", в результаті текст, видалений попередньою командою, буде відновлено.

Примітка. Відміну виконаних дій та їх повернення можна виконати також за допомогою кнопок Отменить і Вернуть на стандартній панелі інструментів. Для цього потрібно клацнути на відповідній кнопці (тоді відміняється або

вертається остання дія) або клацнути на кнопці розгорнення списку вибору цих кнопок і у списку вибрати потрібну дію.

6. Дати ЛК на кнопці "Отменить", в результаті введений раніше рядок буде видалено.

7. Дати ЛК на кнопці "Отменить", в результаті буде відновлено видалений раніше фрагмент тексту.

Завдання №10. Знайомство з довідковою системою Word.

1. Відкрити довідкову систему Word, для чого:

- клацнути пункт "Справка" головного меню і у меню довідки клацнути пункт "Справка: Microsoft Office Word". В результаті на екрані з'являється вікно "Справка Word";

- у вікні довідкової системи клацнути закладку "Оглавление" і ознайомитись з діалоговими вікнами, що відкриваються при цьому.

Примітка. Зверніть увагу на спільність організації довідкової системи Word з довідковою системою Windows.

2. Отримати довідку по друку документів, для чого:

- клацнути закладку "Оглавление" у вікні довідкової системи;
- у списку, що розкрився, обрати розділ "Печать файлов", а в ньому обрати одним ЛК елемент "Печать документа";
- прочитати текст довідки, що з'явився на екрані.

3. Закрити довідкову систему, для чого дати ЛК на кнопці закриття вікна довідки.

Завдання №11. Завершення роботи.

1. Послідовно клацнути кнопку закриття кожного відкритого документу: при появі на екрані вікна запиту на збереження документа, що закривається, дати ЛК на кнопці "Нет" внизу вікна запиту.

2. Після закриття усіх документів закрити вікно Word і повернутися на робочий стіл.

3. Знайти і знищити документ "Вправа1.doc", створений на даному занятті (повинен знаходитись у теці "Student" диску D).

4. Перевірити диск D на наявність на ньому файлів "Вправа1.doc" за допомогою команди "Найти" головного меню.

5. Закрити усі відкриті вікна.

6. Правильно завершити роботу і вимкнути комп'ютер.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Яке призначення текстового редактора Word?

2. Що таке буфер обміну?

3. Як влаштоване вікно редактора Word?

4. Що означає багатовіконність редактора Word?

5. Як влаштоване головне меню Word, для чого воно призначене і як використовується?

6. Що таке панель інструментів і як організовані панелі інструментів Word?
7. Які функції забезпечує пункт "Файл" головного меню?
8. Які функції забезпечує пункт "Правка" головного меню?
9. Що таке форматування тексту?
10. Які функції забезпечує пункт "Вставка" головного меню?
11. Які функції забезпечує пункт "Формат" головного меню?
12. Як організований інтерфейс довідкової системи Word?
13. Що таке лінійки вікна Word і як вони використовуються?
14. Як здійснюється керування шрифтом у редакторі Word?
15. Як виділити фрагмент тексту?
16. Які операції з фрагментами підтримує Word і як вони виконуються?
17. Як виконується запис документу на диск?
18. Як відкрити існуючий документ у редакторі Word?
19. Як здійснюється переключення між вікнами документів у редакторі Word?
20. Як вставити у текст символ, відсутній на клавіатурі?
21. Як виконується відміна виконаних дій у редакторі Word?

ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОННИХ ТАБЛИЦЬ. ТАБЛИЧНИЙ ПРОЦЕСОР EXCEL

1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Табличний процесор Excel є представником одного з найпопулярніших класів прикладних програмних засобів – електронних таблиць (іноді їх ще називають табличними редакторами). Важливість і популярність цих програм обумовлена тим, що вони орієнтовані на обробку числової інформації, поданої у табличній формі, яка є основною у багатьох сферах діяльності людини. Серед інших електронних таблиць Excel виділяється широкими функціональними можливостями, зручним графічним інтерфейсом, великим набором різноманітних сервісних функцій.

Сфера застосування Excel надзвичайно широка. В першу чергу це різноманітні бухгалтерські, статистичні, наукові та інженерні розрахунки. Крім того, по-перше, Excel дозволяє проводити чисельні експерименти з математичними моделями, по-друге, електронні таблиці можна використовувати як просту базу даних (з операціями сортування, вибірки, імпорту-експорту інформації), по-третє, Excel дозволяє створювати складні форматовані документи з довільною інформацією (в тому числі й такі, що не мають ніякого відношення до обчислень): кольорові діаграми, зведення, звіти, прайс-листи, каталоги тощо.

Табличний процесор Microsoft Excel являє собою аплікацію Windows і входить до інтегрованого пакету Microsoft Office (разом з текстовим редактором Word, системою керування базами даних Access та деякими іншими).

Це обумовлює наявність в нього ряду стандартних рис і функціональних можливостей, таких як:

- уніфікований інтерфейс користувача Windows-аплікації;
- вбудована стандартна довідкова система;
- наявність механізмів вмонтовування і зв'язування об'єктів (OLE);
- стандартні засоби роботи з файловою системою;
- використання шрифтів, що входять в саму ОС Windows;
- стандартна тріада інструментальних засобів Windows-аплікації: головне меню - панель інструментів - контекстне меню.

Excel запускається тими ж способами, що й кожна Windows-аплікація:

- 1) за допомогою ярлика;
- 2) через пункт "Программы" головного меню Windows;
- 3) командою "Выполнить..." головного меню;
- 4) шляхом відкриття документу Excel (електронної таблиці).

Документом (тобто об'єктом обробки) Excel є файл з довільним ім'ям і розширенням .XLS (версії MS Excel 97-2003) або .XLSX (версії MS Excel 2007-2010), який називається робочою книгою (Workbook). Кожна робоча книга (.XLS- або .XLSX-файл) складається з робочих листів (Worksheet), які являють

собою електронні таблиці. В робочій книзі може бути від 1 до 255 робочих листів.

Робочий лист являє собою електронну таблицю (електронний аналог звичайної двовимірної таблиці), що складається з 16384 рядків і 256 стовпчиків. Рядки таблиці нумеруються натуральними числами від 1 до 16384, а стовпчики – літерами латинського алфавіту та їх комбінаціями: A, B...Z, AA, AB, IV.

Основним структурним елементом таблиці є комірка (клітинка – *cell*), яка знаходиться на перетині рядка і стовпчика. Для посилання на конкретну комірку (звернення до комірки) таблиці використовується її адреса, яка складається з позначень стовпчика і рядка, до яких належить комірка (наприклад, A1, F8, AA7). В будь-яку комірку можна ввести дані – число, текст або формулу. Формула являє собою обчислюваний вираз, що може містити дані різних типів (числові та символічні константи, посилання на комірки, функції). У найпростішому і найбільш поширеному випадку формула – це арифметико-логічний вираз, що складається з констант, посилань на комірки та імен функцій, з'єднаних знаками арифметичних і логічних операцій.

У відповідності зі стандартом Windows вікно Excel має стандартну будову (рис. 1) і містить усі стандартні елементи: рядок заголовку, Головне меню, панелі інструментів, смуги прокручування, робоче поле і рядок стану.

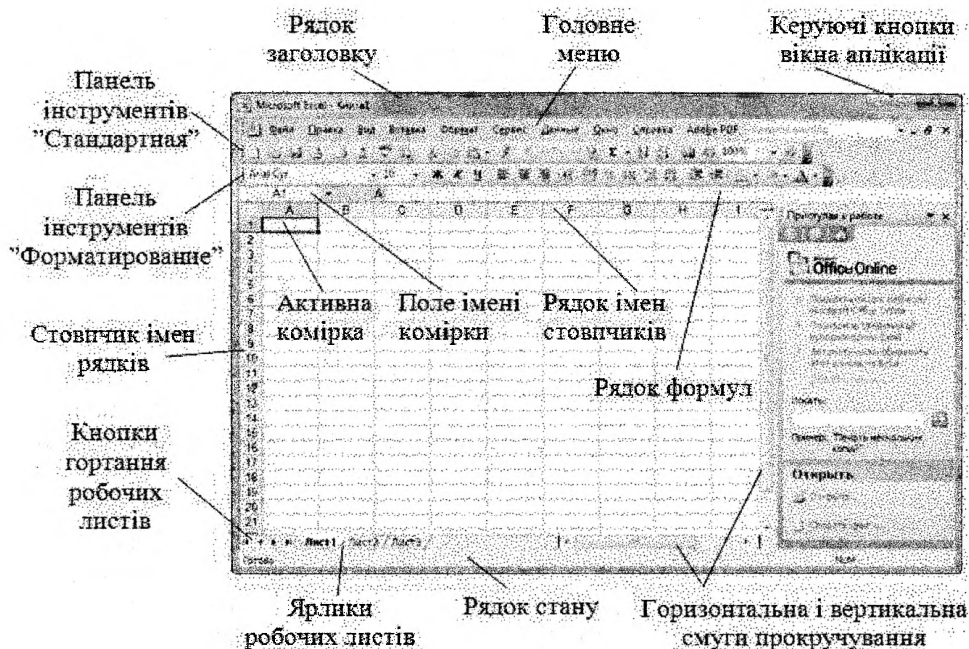


Рис. 1

Специфічними для Excel є такі елементи вікна:

- рядок формул, в якому відображаються, набираються і редагуються дані поточної комірки. У лівій частині цього рядка знаходиться список іменованих комірок, заголовків якого називається полем імен;
- рядок заголовків стовпчиків (з позначеннями A, B, C,...) і стовпчик

заголовків рядків (з номерами 1, 2, 3...);

- рядок з ярликами листів, за допомогою яких легко переміщуватись між листами робочої книги.

Склад Головного меню Excel відповідає стандарту Windows і містить такі пункти:

"Файл" (File) – всі операції з файлами (створення нового документу, відкриття та збереження існуючого документу, друк документу і керування форматом сторінки (пункт повністю аналогічний пункту "Файл" меню редактора Word).

"Правка" (Edit) – всі операції, пов'язані з буфером обміну (вирізання, копіювання, вставка), відміною і повторенням операцій, очищенням, заповненням та видаленням листів робочої книги.

"Вид" (View) – керування способом подання робочої книги на екрані (в тому числі режими роботи з документом), керування панелями інструментів, рядком формул та рядком стану, масштабування таблиці на екрані.

"Вставка" (Insert) – всі операції, пов'язані зі вставкою комірок, рядків, стовпчиків, листів, діаграм, функцій, малюнків тощо, включаючи вмонтовування об'єктів.

"Формат" (Format) – всі операції, пов'язані з форматуванням документа (вид комірки, рядка та стовпчика, формат даних у комірці, стиль тощо).

"Сервис" (Tools) – різноманітні додаткові функції, такі як перевірка орфографії, пошук залежностей, захист елементів робочої книги (комірок, листів тощо), а також налаштування Excel.

"Данные" (Data) – операції, пов'язані з обробкою даних в електронній таблиці (сортування, фільтрація, аналіз за допомогою зведених таблиць тощо).

"Окно" (Window) – всі операції, пов'язані з вторинними вікнами Excel (активізація вікна, розміщення на екрані).

"Справка" (Help) – робота з довідковою системою Excel.

Склад стандартних пунктів головного меню Excel ("Файл", "Правка", "Вид", "Окно", "Справка") подібний до складу їх в інших аплікаціях пакету Office.

Для вибору пункту Головного меню потрібно дати на ньому ЛК, або натиснути клавішу F10, що включає режим роботи з Головним меню (при цьому перший пункт меню "File" виділяється рельєфним прямокутником), за допомогою клавіш керування курсором встановити виділення на потрібний пункт і натиснути клавішу Enter.

Кожний пункт Головного меню являє собою вхід до підпорядкованого меню команд, яке з'являється на екрані при виборі його. Підпорядковане меню містить групу команд, що забезпечують виконання певних функцій. Деякі команди потребують для виконання додаткової інформації, яка задається як параметри команди за допомогою діалогових вікон.

Діалогові вікна Excel, як і інших Windows-аплікацій, поділяються на два вида: модальні і немодальні.

Модальне вікно – це таке вікно, яке блокує роботу аплікації, доки не будуть завершені операції з ним і воно не буде закрите для повернення у вікно аплікації. Немодальне вікно не зупиняє роботу аплікації, можна, не закриваючи

вікна, переходити до вікна аплікації і назад.

Діалогові вікна містять спеціальні засоби діалогу з користувачем: командні кнопки, перемикачі (прапорці), радіокнопки (поля вибору), текстові поля (поля введення), списки, демонстраційні підвікна, закладки, фоновий текст. Робота з цими елементами стандартизована, як в усіх Windows-аплікаціях.

Для створення більшої зручності Excel має панелі інструментів, на яких розміщуються кнопки найбільш часто використовуваних команд.

Найбільш часто вживаними панелями інструментів Excel є панелі "Стандартная" і "Форматирование". Вони, як правило, (по замовчуванню) постійно присутні на екрані, їх будова аналогічна будові відповідних панелей інших аплікацій пакету Office, зокрема, редактора Word. Відмінністю панелі "Стандартная" є наявність на ній кнопок команд "Автосумма", "Вставка функции", "Сортировка", "Диаграммы", пов'язаних зі специфічними функціями Excel. На панелі інструментів "Форматирование", на відміну від інших аплікацій пакету Office, присутня група кнопок вибору часто вживаних команд форматування комірок. Властивість, яка забезпечує потужність і популярність електронних таблиць, полягає у можливості вводити у комірки таблиці складні формули, в яких фігурують посилання на інші комірки цієї або іншої таблиці. Посилання здійснюється шляхом вказування імені (адреси) комірки. Розрізняють абсолютну і відносну адреси комірки.

Відносна адреса комірки автоматично змінюється програмою при виконанні переміщення, копіювання, вставки формули і при видаленні комірок, шляхом корекції адреси на величину зміщення. Це надає зручності при роботі з формулами (дозволяє просто копіювати або переносити формулу в потрібну комірку замість того, щоб повністю вводити її вручну), але іноді призводить до появи помилок (коли посилання на деяку комірку, наприклад, таку, що містить константу, повинно бути незмінним). Для відміни автоматичної корекції посилань на комірки використовують абсолютні адреси. В абсолютній адресі можна зафіксувати всю комірку, або тільки стовпчик чи рядок. Для цього потрібно перед відповідним компонентом адреси поставити символ "\$" (це можна зробити введенням символу "\$" з клавіатури шляхом редагування формули, або обрати ім'я комірки у формулі, давши на ньому ЛК, а потім натиснути потрібну кількість разів клавішу F4).

Для введення інформації у комірку потрібно її обрати, тобто зробити активною. Активна комірка виділяється рамкою. Для того, щоб активізувати комірку, слід дати на ній ЛК, або перевести рамку на неї за допомогою клавіш керування курсором. В активну комірку можна вводити числа, текст або формули звичайним способом за допомогою клавіатури. При введенні інформації в комірку у полі імені (рис. 1) відображається адреса активної комірки (ім'я комірки, якщо вона іменована), у рядку формул – інформація, що вводиться у комірку, а у лівій частині рядка формул виникають керуючі кнопки: з червоним хрестом (припиняє введення даних і видаляє з комірки введені дані), з зеленою галочкою (фіксує введену інформацію), зі значком "fx" (викликає Майстра функцій для введення функцій). Введення даних у комірку завершується натисненням клавіші Enter, переходом на іншу комірку або ЛК на кнопки з зеленою галочкою.

При введенні тексту в комірку відображається тільки та його частина, що поміщається у ній, повністю текст відображається у рядку формул. Якщо число, введене у комірку, не вміщається у ній, то замість нього відображаються символи дієза "#". Для введення у комірку формули потрібно першим ввести символ "=" (це повідомляє Excel про те, що вводиться формула, а не текст).

У формулах можна вводити адреси комірок з клавіатури ("вручну") або за допомогою ЛК на потрібній комірці у полі таблиці – при цьому в формулу заноситься адреса цієї комірки.

Для редагування вмісту комірки потрібно дати на ній 2ЛК, при цьому в комірці з'являється текстовий курсор, і далі її можна редагувати звичайним чином. Інший спосіб редагування полягає у тому, щоб активізувати комірку за допомогою ЛК, при цьому вміст комірки з'являється у рядку формул, де його можна редагувати звичайним способом.

В електронних таблицях часто виконують операції копіювання, переміщення і видалення вмісту комірок. Ці операції здійснюються:

- командами "Вирезать", "Копировать", "Вставить", "Удалить" пункту "Правка" головного меню;
- кнопками "Вирезать", "Копировать", "Вставить" стандартної панелі інструментів і відповідними "гарячими" клавішами;
- командами "Вирезать", "Копировать", "Вставить", "Удалить" контекстного меню. Ці дії виконуються за допомогою буфера обміну, як і в інших аплікаціях Windows.

Названі операції можуть виконуватись також за допомогою механізму Drag-and-Drop (перетягни-і-кинь). Для цього потрібно виділити потрібний фрагмент, а потім здійснити його перетягування. Для копіювання фрагменту слід перетягнути його на нове місце при натисненій клавіші Ctrl, а для переміщення – перетягнути, не натискаючи клавішу Ctrl. Якщо перетягування виконується при натисненій правій кнопці маніпулятора, то після відпускання кнопки з'являється контекстне меню, з якого обирається потрібна команда.

Виділення елементів робочого листа здійснюється так:

- один стовпчик – дати ЛК на імені стовпчика;
- кілька стовпчиків – протягнути вказівник по іменах стовпчиків;
- один рядок – дати ЛК на імені рядка;
- кілька рядків – протягнути вказівник по іменах рядків;
- блок комірок – протягнути вказівник від його початкового кута до кінцевого;
- розрізнені елементи листа (комірки, стовпчики, рядки) – дати ЛК на іменах цих елементів при натисненій клавіші Ctrl;
- увесь лист – дати ЛК на верхньому лівому кутку таблиці (перетин рядків імен стовпчиків і рядків).

Виділені елементи робочого листа виділяються інверсним кольором.

Розміри комірок (стовпчиків, рядків) можна змінювати командами пункту "Формат" (команди "Строка", "Столбец") головного меню або вручну шляхом перетаскування їх меж. Для цього слід навести вказівник на межу стовпчиків (рядків) у рядку (стовпчику) імен і, коли він перетвориться на двонаправлену стрілку, натиснути ліву кнопку і перетягнути межу в бажане положення.

Excel є багатовіконною аплікацією, тобто дозволяє працювати одночасно з кількома робочими книгами і забезпечує можливість обміну даними між ними. Переключення між книгами виконується за допомогою комбінації клавіш Ctrl+F6 (при цьому книги вибираються циклічно по черзі) або шляхом вибору імені книги зі списку у меню пункту "Окно".

Вибір робочого листа поточної книги виконується за допомогою ЛК на ярличкові потрібного листа, якщо він доступний у вікні. Дістатися до потрібного листа можна за допомогою кнопок гортання, що знаходяться ліворуч від ярличків листів:

- |◀ – на перший лист;
- ◀ – на один лист назад;
- ▶ – на один лист вперед;
- ▶| – на останній лист.

Excel дозволяє вставляти у таблицю рядки і стовпчики. Це здійснюється командами "Ячейки", "Строки", "Столбцы" пункту "Вставка" головного меню. Вставка нового рядка (стовпчика) виконується у тому місці таблиці, де знаходиться вказівник.

Excel надає широкі можливості форматування документів. Функції форматування зібрані у меню "Формат" і представлені наступними командами:

- "Ячейки" – функції форматування даних у комірках, керування виглядом комірок та їх атрибутами (зокрема, захист комірок);
- "Строка" – підбір висоти рядка та приховування/відображення його;
- "Столбец" – підбір ширини стовпчика та приховування/ відображення його;
- "Лист" – перейменування, приховування, підкладка листа;
- "Автоформат" – автоматичне форматування;
- "Условное форматирование" – форматування за умовою, що задається через діалогове вікно;
- "Стиль" – вибір стилю форматування листа.

Найбільш важливі функції форматувань надає команда "Ячейки", яка розміщена в діалоговому вікні "Формат". При виборі команди "Ячейки" стають доступними закладки "Число", "Выравнивание", "Шрифт", "Граница", "Вид", "Защита", які дозволяють задати ряд параметрів внутрішнього і зовнішнього подання даних, зовнішнього вигляду комірок та їх захисту. Ці команди звичайно застосовують до виділених груп комірок (рядків або стовпчиків).

Файлові операції (створення, збереження або завантаження документу) в Excel здійснюється стандартними засобами Windows і пакету Office. Вони представлені відповідними командами ("Создать", "Открыть", "Закреть", "Сохранить", "Сохранить как...") меню "Файл" та кнопками стандартної панелі інструментів. Ці команди використовують також стандартні діалогові вікна для вибору параметрів, такі як вікно відкриття документа "Открытие документа", яке повністю ідентичне відповідному вікну редактора Word.

Головне меню і панелі інструментів Excel можуть налаштовуватись користувачем за допомогою команди "Настройка" пункту "Сервис" головного меню.

Для полегшення роботи користувача зі складними інструментами, такими

як формули, діаграми та інші, Excel містить спеціальні засоби автоматизації створення складних об'єктів, які називаються майстрами (Wizards). Майстер – це спеціальна вбудована аплікація, яка виконує побудову об'єкта на основі набору шаблонів під керуванням користувача. Майстер звільняє користувача від складної рутинної роботи по створенню об'єкта (наприклад, діаграми, звіту, зведеної таблиці тощо), надаючи йому готові шаблони об'єкта, з яких користувач обирає потрібний йому, і далі тільки задає для нього дані і параметри в режимі діалогу з майстром. На основі шаблону та заданих користувачем даних і параметрів майстер автоматично генерує об'єкт. Excel містить такі майстри, як майстер формул, майстер Web-сторінок, майстер діаграм, майстер зошитів, майстер звітів, майстер зведених таблиць та інші. Майстри викликаються при активації відповідних команд меню. Майстри функцій і діаграм викликаються командами "Функция" і "Диаграмма" меню "Вставка", майстри пошуку, перетворення файлів, форм Web – командою "Мастер" меню "Сервис". Найбільш часто застосовувані майстри, такі як майстер функцій і майстер діаграм, представлені спеціальними кнопками на стандартній панелі інструментів.

Для наочного подання даних широко використовуються діаграми. Excel надає широкі можливості роботи з діаграмами, які реалізуються за допомогою майстра діаграм (Chart Wizard). Взагалі робота майстра діаграм складається з чотирьох стандартних кроків, на кожному з яких користувач за допомогою відповідних діалогових вікон визначає параметри для побудови діаграми. Для створення діаграми необхідно викликати майстра діаграм через опцію "Диаграмма" (Chart) пункту головного меню "Вставка". Більш простий спосіб виклику майстра – клацнути кнопку "Мастер диаграмм" панелі інструментів "Стандартная". Після цього розпочинається робота безпосередньо з майстром діаграм. На першому кроці обирається тип діаграми з набору стандартних (гістограма, лінійчата, кругова, біржова тощо) і нестандартних (блоки з областями, конуси, логарифмічна та інші) діаграм, які представлені списками вибору на закладках "Стандартная" та "Нестандартная" відповідно, а також вид діаграми (спосіб її відображення) у полі вибору "Вид". Для вибору якоїсь опції слід дати на ній ЛК. Вікно кроку 1 майстра діаграм подано на рис. 2:

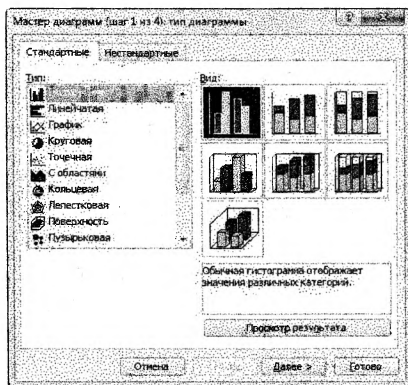


Рис. 2

Після вибору типу та виду діаграми на другому кроці задаються дані для діаграми (рис. 3):

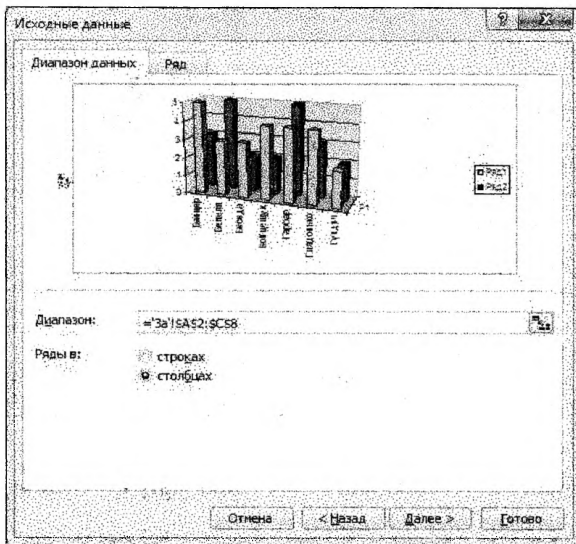


Рис. 3

Ряди, тобто послідовності даних, що підлягають відображенню на діаграмі, можуть знаходитись або у рядках, або у стовпчиках таблиці – це задається вибором відповідної опції на закладці "Диапазон данных". Дані для діаграми можна задати двома способами:

- ввести з клавіатури діапазон комірок у поле вводу "Диапазон";
- виділити відповідну область на робочому листі (для цього слід попередньо згорнути вікно майстра за допомогою ЛК на керуючій кнопці з діагональною червоною стрілкою, що знаходиться на правому кінці згорненого вікна "Исходные данные – Диапазон").

Дані можна задати також для окремих рядків через список вибору "Ряд" і поля вводу "Имя", "Значения", що знаходяться на закладці "Ряд" вікна другого кроку майстра (рис. 3).

Після визначення даних для діаграми на третьому кроці майстра виконується встановлення параметрів діаграми. Вікно третього кроку "Параметры диаграммы" (рис. 4) має ряд закладок ("Заголовки", "Оси", "Линии сетки", "Легенда", "Подписи данных", "Таблица данных"), через діалогові вікна яких визначаються параметри оформлення діаграми, такі як: назва діаграми, найменування осей, відображення ліній сітки, опис рядів даних, що відображені на діаграмі (легенда), відображення таблиці даних, відображення підписів даних на елементах діаграми.

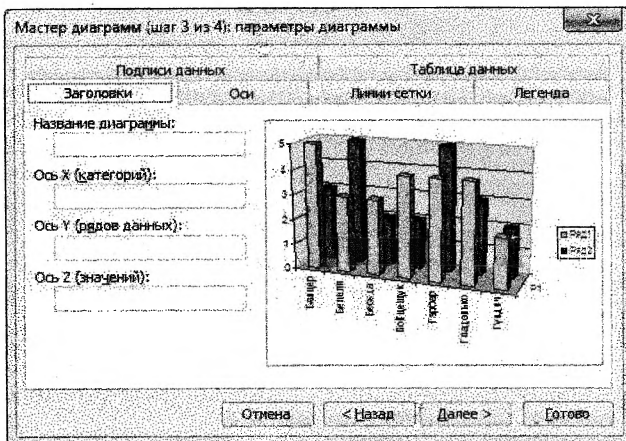


Рис. 4

На четвертом кроці "Размещение диаграммы" (рис. 5) визначається розміщення діаграми: на тому ж робочому листі або на окремому листі робочої книги.

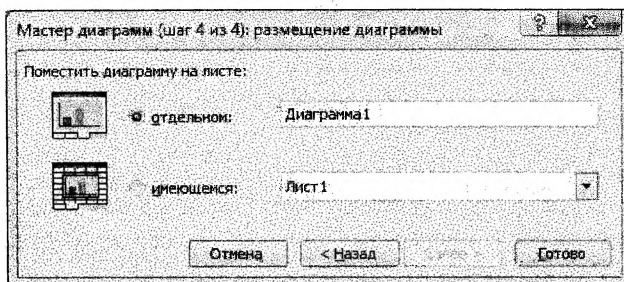


Рис. 5

Діалогові вікна майстра діаграм мають стандартну будову. Для керування процесом генерації діаграми вони містять чотири командних кнопки:

"Отмена" – припинення процесу генерації діаграми;

"Назад" – повернення до попереднього кроку майстра;

"Далее" – перехід до наступного кроку майстра;

"Готово" – побудова діаграми за станом поточного кроку без завершення повної послідовності кроків майстра.

Дані для діаграми можуть задаватись в процесі роботи майстра (для цього існує крок 2 "Источник данных диаграммы"), але можна виділити потрібну область у таблиці до виклику майстра. В цьому випадку майстер будуватиме діаграму для виділеної області.

Майстер діаграм може бути викликаний також для існуючої діаграми з метою її зміни, причому для зміни доступні всі параметри діаграми. Для цього потрібно виділити область робочого листа, в якій розміщується діаграма, і дати ПК в будь-якому місці області, але не на самій діаграмі. При цьому

викликається контекстне меню, яке містить команди "Типы диаграммы", "Исходные данные", "Параметры диаграммы", "Размещение", що відповідають крокам майстра діаграм (вони дозволяють звернутись до будь-якого кроку і виконати його окремо), а також команди "Формат области построения" (дозволяє налаштувати вигляд області діаграми), "Объёмный вид", "Окно диаграммы" та "Очистить".

За допомогою ПК на елементі діаграми викликається контекстне меню для цього елемента (для осі діаграми, для елементів даних, для стінок діаграми).

Розмірами та розміщенням діаграми можна керувати так само, як і для вікна Windows. Для цього потрібно дати ЛК в області побудови діаграми (але не на самій діаграмі), в результаті чого вона виділяється границею з маркерами. Маркер можна зачепити графічним вказівником і виконати його перетягування (drag-and-drop), при цьому разом з маркером перетягується границя області й, відповідно, змінюється розмір діаграми. Переміщення діаграми виконується шляхом перетягування області побудови діаграми.

Примітка. При побудові діаграм слід дуже ретельно визначати діапазони даних, оскільки помилки у цьому (неузгодженість діапазонів, включення зайвих даних тощо) призводять до побудови неправильної діаграми, що важко визначити за її зовнішнім виглядом.

Вибір типу діаграми здійснюється, виходячи з її призначення. Для співставлення абсолютних значень і аналізу їх співвідношень добре підходять лінійчасті діаграми, гістограми і графіки, для співставлення відносних значень і часток у загальній сумі зручними є кругові та кільцеві діаграми, для відображення абсолютних значень та їх приростів (поточної динаміки) використовують біржові діаграми тощо.

Існуючу діаграму завжди можна змінити, для чого потрібно її обрати (за допомогою ЛК на діаграмі або на ярликові листа діаграми, якщо вона знаходиться на окремому листі). При цьому діаграма виділяється рамкою і з'являється панель інструментів "Диаграммы", яка містить поле вибору елемента діаграми зі списком вибору, кнопку "Формат" для обраного елемента діаграми, "Тип диаграммы", "Легенда", "Таблица данных", "По строкам", "По столбцам" (визначають організацію рядків даних для діаграми), "Текст сверху вниз", "Текст снизу вверх" (визначають орієнтацію тексту на діаграмі).

Інший спосіб модифікацій діаграми полягає у виклику контекстного меню для елемента діаграми, що модифікується. Виклик контекстного меню здійснюється як звичайно – за допомогою ПК на відповідному елементі. При цьому контекстні меню для області діаграми і для області побудови діаграми дозволяють виконати окремо будь-який крок майстра діаграм, а також виконати форматування відповідної області. Контекстні меню для інших елементів (таблиці даних, рядків даних, підписів даних, осей тощо) дозволяють змінювати тільки їх формат, а також очищати їх.

Табличний процесор Excel має також широкі можливості обробки і аналізу даних, які включають статистичний аналіз, створення і обробку зведених таблиць, підбір параметрів, чисельне моделювання тощо. Ці функції знаходяться у пунктах головного меню "Данные" (команди "Сортировка", "Фильтр", "Сводная таблица") та "Сервис" (команди "Подбор параметра",

"Сценарии", "Поиск решения", "Анализ данных"). У даній лабораторній роботі вони не використовуються.

2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання №1. Запуск табличного процесора Excel.

1. Запустити табличний процесор Excel, для чого:

- клацнути кнопку "Пуск";
- обрати вказівником пункт "Программы" головного меню, що з'являється на екрані;
- у меню "Программы" знайти папку Microsoft Office, в ній вибрати команду Microsoft Excel і дати на ній ЛК. В результаті на екрані з'являється вікно Excel з відкритим вторинним вікном нового документа під іменем "Книга1" (див. рис. 1).

Примітка. У вікні повинні бути присутні панелі інструментів "Стандартная" і "Форматирование". Якщо їх немає, звернутись до викладача.

2. Ознайомитись з будовою вікна та інтерфейсом табличного процесора Excel.

Примітка. Відразу після запуску Excel певні параметри форматування, в тому числі шрифт і числовий формат, встановлюються автоматично і з ними можна відразу працювати. Наприклад, по замовчуванню встановлюється шрифт Arial Суг звичайного накреслення і розміру 10. За бажанням параметри можна змінити за допомогою пункту "Формат" головного меню.

Завдання №2. Створення нової робочої книги.

1. Ознайомитись з робочою книгою для розрахунку дози лікарських препаратів залежно від віку та ваги пацієнта, яка створюється в цьому завданні. Для кожного препарату у ній міститься робочий лист, що являє собою електронну таблицю такого вигляду:

Препарат	Доза на 1 кг маси		
***	***		
Прізвище	Вік	Маса (кг)	Обчислена доза
Іванов	41	75	
Сидоров	12	31	
Климчук	54	78	
Петрова	45	76	
Мартінова	20	69	

Примітка. *** – в ці комірки будуть вводиться відповідні дані, які вказані в подальших пунктах завдань.

2. Ввести текстову та числову інформацію у комірки таблиці у відповідності з наведеним у попередньому пункті зразком. Для цього:

- дати ЛК на комірці A1, при цьому комірка стане активною (її буде виділено рамкою);

- набрати на клавіатурі текст "Препарат" і натиснути клавішу Enter (при цьому текст буде введено у комірку, а вона не залишиться активною – рамка перейде на комірку A2 і ця комірка стане активною);

- набрати на клавіатурі назву препарату "Пеніцилін";
- перевести вказівник на комірку B1 і дати ЛК, в результаті текст у комірці A2 буде зафіксовано, а комірку B1 – активовано.

3. Об'єднати комірки B1 і C1, B2 і C2, для чого:

- натиснути ліву кнопку (на комірці B1) і, не відпускаючи її, протягнути вказівник на комірку C1, в результаті комірки B1 і C1 будуть виділені інверсним кольором;

- клацнути пункт "Формат" головного меню і вибрати команду "Ячейки";
- у діалоговому вікні "Формат ячеек" клацнути закладку "Выравнивание";
- на закладці "Выравнивание" встановити прапорець "Объединение ячеек";
- клацнути командну кнопку ОК або натиснути клавішу Enter.

В результаті комірки B1 і C1 будуть об'єднані в одну, адреса якої буде B1 (вона відображається у рядку "Имя" рядка формул);

- аналогічно об'єднати комірки B2 і C2.

4. Набрати в комірці B1 на клавіатурі текст "Доза на 1 кг маси". Для цього:

- дати ЛК на комірці B1, при цьому комірка стане активною;
- набрати на клавіатурі текст "Доза на 1 кг маси", після чого дати ЛК на комірці B2. В результаті дані в комірці B1 буде зафіксовано, а комірку B2 – активовано.

5. Ввести у комірку B2 число 1000000.

6. Аналогічно описаному ввести решту даних у комірки таблиці згідно зі зразком, причому для введення назви "Обчислена доза" об'єднати комірки D3 і E3. Об'єднати комірки D4 і E4, D5 і E5, D6 і E6, D7 і E7, D8 і E8.

7. Відредагувати вміст комірок A2 і B2. Для цього:

- дати ЛК на комірці A2. В результаті у ній з'явиться текстовий курсор, що свідчить про те, що вміст комірки можна редагувати звичайним способом;

- шляхом звичайного редагування тексту замінити назву препарату на "Біцилін-5";

- після завершення редагування натиснути клавішу Enter або дати ЛК будь-де за межами комірки A2;

- дати ЛК на комірці B2 (при цьому її буде активовано), а потім набрати на клавіатурі нове число 1500000 і натиснути клавішу Enter. В результаті в комірці буде зафіксовано нове числове значення.

Завдання №3. Введення в таблицю формули для обчислення дози препарату.

1. Ознайомитись з нижченаведеною формулою для розрахунку дози препарату залежно від віку пацієнта, яка включає перевірку логічної умови:

$$\begin{cases} \text{Маса} \cdot 0,3 \cdot D \text{ (кг)}, & \text{якщо вік} < 18 \text{ років;} \\ \text{Маса} \cdot 0,7 \cdot D \text{ (кг)}, & \text{якщо вік} > 18 \text{ років} \end{cases}$$

де D (кг) – доза препарату на 1 кг маси тіла.

2. Ввести формулу в комірку D4. Для цього:
 - дати ЛК на комірці D4, яка при цьому активується;
 - на клавіатурі натиснути клавішу "=" (це є ознакою формули);
 - на клавіатурі після знаку "=" набрати вираз

Если (B4>18; C4*0,7*B2; C4*0,3*B2)

і натиснути клавішу Enter або дати ЛК за межами комірки D4 (слово "Если" потрібно набирати російською мовою, а вираз, що в дужках – англійською).

Примітки:

а). Формула, що вводиться, відображається у комірці та у рядку формул. Адреси комірок можна набрати вручну на клавіатурі або ж (що значно ефективніше) можна обрати потрібну комірку за допомогою ГВ і дати на ній ЛК, в результаті адреса цієї комірки вставляється у формулу.

б). Якщо в формулі допущено помилку, Excel фіксує її та видає повідомлення про це, а також надає рекомендації по усуненню помилки.

в). Якщо формулу введено правильно, то в комірці D4 з'являється числове значення дози препарату, а в рядку формул відображається сама формула.

г). Якщо самостійно усунути помилку в формулі не вдається, слід звернутися до викладача.

3. Записати у протокол розрахункову формулу, вихідні дані та результат розрахунку.

4. Встановити у формулі абсолютну адресу комірки B2, що містить постійний параметр розрахунку (в нас це значення дози препарату на 1 кг маси тіла пацієнта). Для цього:

- дати ЛК на комірці D4 (якщо вона неактивна), при цьому в рядку формул відображається її вміст – формула;
- навести вказівник на ім'я B2 у формулі і дати 2ЛК, при цьому ім'я комірки буде виділено інверсним кольором;
- натиснути клавішу F4, в результаті запис імені комірки B2 зміниться на '\$B\$2' – це означає абсолютну адресу комірки B2;

Примітки:

а). Якщо ще раз натиснути клавішу F4, то посилання на комірку прийме вигляд 'B\$2' (тобто фіксується тільки рядок), а якщо іще раз, то '\$B2' (фіксується тільки стовпчик), четверте натиснення відновить відносну адресу 'B2'. Таким чином, клавіша F4 циклічно змінює вид посилання на комірку.

б). Символ '\$' в адресу комірки можна вставити і шляхом її звичайного редагування. Для цього слід у рядку формул встановити текстовий курсор у потрібну позицію і набрати на клавіатурі символ '\$', після чого зафіксувати дані у комірці.

- аналогічно описаному вище зробити абсолютними всі посилання на комірку B2 у формулі і натиснути клавішу Enter.

5. Скопіювати формулу з комірки D4 у комірки D5–D8. Для цього:

- дати ПК на комірці D4, при цьому вона активується і викликається для неї контекстне меню;
- у контекстному меню клацнути команду "Копировать", при цьому вміст комірки D4 буде скопійовано у буфер обміну, а навколо скопійованої комірки почне рухатись "біжуча змійка";

- виділити комірки D5–D8 (шляхом протягування по них вказівника при натисненій лівій кнопці манипулятора);

- дати ПК на виділених комірках і у їх контекстному меню, що з'являється, клацнути команду "Вставити". В результаті формулу комірки D4 з буферу обміну буде скопійовано у комірки D5–D8, і в них з'явиться чисельне значення дози препарату.

Примітка. Операції копіювання та переміщення вмісту комірки можна виконати за допомогою цих самих команд у меню "Правка", а також за допомогою відповідних кнопок стандартної панелі інструментів.

6. Проглянути вміст комірок D5–D8, щоб пересвідчитись у виконанні копіювання і перевірити правильність обчислень. Для цього:

- дати ЛК на комірці D5. При цьому в рядку формул повинна з'явитись формула:

=ЕСЛИ(B5>18; C5*0,7*\$B\$2; C5*0,3*\$B\$2);

- занести формулу і адресу комірки у протокол;

- дати ЛК на комірці D6, при цьому в рядку формул повинно відобразитись:

=ЕСЛИ(B6>18; C6*0,7*\$B\$2; C6*0,3*\$B\$2);

- аналогічно проглянути вміст комірок D7–D8;

- занести адреси комірок D5–D8 та їх формули у протокол.

Примітка. Зверніть увагу, що формули в комірках D5 і D6 містять посилання на комірки B5, C5 та B6, C6 замість відповідно B4, C4, які фігурували у формулі комірки D4, з якої виконувалось копіювання. В той же час посилання на комірку B2 в усіх формулах не змінилося. В процесі копіювання (переміщення) формул Excel виконує корекцію відносних адрес комірок у відповідності з величиною зміщення. Абсолютні адреси комірок (точніше, зафіксовані компоненти адреси) при копіюванні (переміщенні) формул не змінюються.

Завдання №4. Операції з робочим листом.

1. Виконати перерахунок робочого листа при зміні даних. Для цього:

- активувати комірку B2, ввести в неї нове значення 750000 і натиснути Enter. В результаті зміни значення у комірці B2 будуть автоматично перераховані значення у комірках D4–D8, в яких містяться формули;

- довільним чином (в розумних межах) змінити значення у комірках B4–B8 і C4–C8, де містяться параметри "Маса" та "Вік", і простежити автоматичний перерахунок значень формул.

2. Записати створену робочу книгу на диск D у теку "Мои документи" (якщо тека відсутня, її потрібно створити) під ім'ям "Доза препарату". Для цього:

- у головному меню клацнути пункт "Файл", і у меню "Файл", що з'являється на екрані, клацнути команду "Сохранить как..." В результаті на екрані з'являється стандартне вікно "Сохранение документа";

- на дереві тек дати ЛК на піктограмі диску D, після чого відобразиться вміст диску D;

- на диску знайти теку "Мои документи" і дати на ній ЛК – при цьому теку

"Мои документы" буде обрано;

- перейти до поля "Імя файла" і ввести українською мовою ім'я "Доза препарату";

- вибрати у полі "Тип файла" (якщо його не вибрано) рядок "Книга Microsoft Office Excel";

- дати ЛК на командній кнопці "Сохранить" або натиснути клавішу Enter. В результаті створену таблицю буде збережено у теці "Мои документы" під ім'ям "Доза препарату.xls".

Примітка. Розширення імені файлу XLS є стандартним розширенням файлу книги Excel, аплікація створює його автоматично. Надалі приналежність документа табличному процесору Excel розпізнається за цим розширенням.

3. Закрити аплікацію Excel. Для чого:

- дати ЛК на кнопці закриття вікна Excel;
- якщо буде видано запит про збереження змін у документі, клацнути командну кнопку "Нет" у його вікні. В результаті аплікацію Excel буде закрито, і, якщо немає інших відкритих аплікацій, буде здійснено повернення на робочий стіл.

Завдання №5. Побудова діаграми.

1. Побудувати діаграму, яка відображає масу і дозу препарату пацієнтів. Для цього:

- відкрити документ "Доза препарату.xls". Для цього слід дати 2ЛК на піктограмі документа або запустити Excel, дати команду "Открыть" з головного меню або з панелі інструментів "Стандартная", після чого у вікні відкриття файлу обрати документ і подати команду "Открыть";

- дати ЛК на кнопці "Мастер диаграмм" панелі інструментів "Стандартная" (або дати ЛК на пункті "Вставка" головного меню, а потім у меню "Вставка" – на команді "Диаграмма", в результаті на екрані з'являється вікно першого кроку майстра діаграм (див. рис. 2);

- на закладці "Стандартная" у полі вибору "Тип" клацнути рядок "Гистограмма" (цей тип пропонується автоматично);

- у полі "Вид" клацнути 3–вимірну гістограму (остання внизу);

- дати ЛК на командній кнопці вікна "Далее", в результаті здійснюється перехід до другого кроку майстра і на екрані з'являється його вікно (див. рис.3);

- якщо у полі "Диапазон" міститься будь-яка текстова інформація – видалити її за допомогою клавіші Delete;

- дати ЛК на опції "в столбцах";

- дати ЛК на кнопці з червоною стрілкою на правому кінці поля "Диапазон". В результаті вікно згорнеться і розміститься вгорі екрану, надавши доступ до таблиці даних;

- виділити у таблиці діапазони A4-A8, C4-C8 і D4-D8, які містять дані для діаграми. Для їх виділення слід протягнути по них вказівник при натисненій клавіші Ctrl, оскільки діапазони розрізнені (при цьому навколо виділених комірок з'явиться "біжуча змійка");

Примітка. Інший спосіб вибору даних для діаграми полягає у тому, щоб безпосередньо з клавіатури ввести у поле "Диапазон" відповідні діапазони

таблиці. В даному випадку потрібно дати ЛК на полі "Диапазон", після чого у ньому з'являється текстовий курсор, а потім набрати з клавіатури такий рядок: =Лист1 !\$A\$4:\$A\$8;Лист1 !\$C\$4:\$D\$8 або =Лист1 !\$A\$4:\$A\$8;Лист1 !\$C\$4:\$C\$8;Лист1 !\$D\$4:\$D\$8 і натиснути клавішу Enter. Цей спосіб значно складніший і менш зручний, ніж виділення діапазонів на робочому листі.

- дати ЛК на керуючій кнопці з червоною стрілкою розгорнення вікна, що знаходиться на правому кінці поля "Диапазон", при цьому на екрані розгортається вікно "Исходные данные", яке відображує побудовану за вказаними даними діаграму;

- дати ЛК на закладці "Ряд", в результаті чого розкривається сторінка "Ряд", на якій можна задати імена для рядків даних, діапазони для цих рядків і підписи за віссю X (позначення поділок вісі X);

- дати ЛК на рядку "ряд 1" у полі "Ряд" (при цьому рядок обирається і виділяється кольором, якщо він не виділений автоматично). Потім дати ЛК у полі "Имя", в якому при цьому з'являється текстовий курсор;

- набрати з клавіатури слово "Маса" і дати ЛК на рядку "Ряд 2". В результаті попередньому рядку даних призначається ім'я "Маса", що відображається у полі "Ряд" і у полі перегляду результату;

- знову дати ЛК у полі "Имя", в якому при цьому з'являється текстовий курсор, і набрати з клавіатури слово "Доза";

- дати ЛК на командній кнопці "Далее" або натиснути клавішу Enter, при цьому здійснюється перехід до третього кроку майстра, і на екрані з'являється його вікно "Параметры диаграммы" (див. рис. 4);

- у вікні "Параметры диаграммы" дати ЛК на закладці "Заголовки", якщо вона не є активною;

- дати ЛК у полі "Название диаграммы" (при цьому у полі з'являється текстовий курсор);

- набрати на клавіатурі назву "Маса і доза препарату", після чого дати ЛК у наступному полі або натиснути клавішу Tab для переходу до наступного поля;

- аналогічно у полі "Ось X (категорий)" ввести з клавіатури "Прізвища", потім перейти до поля "Ось Y (рядов данных)" і набрати у ньому "Параметр";

Примітка. Усі внесені зміни автоматично відразу ж відображаються у полі перегляду результату, яке знаходиться у правій частині вікна.

- дати ЛК на закладці "Таблица данных", що відкриває у вікні сторінку "Таблица данных";

- на сторінці "Таблица данных" дати ЛК на віконці "Таблица данных", щоб у віконці встановилась галочка, при цьому до діаграми додається таблиця даних, які відображаються нею;

- дати ЛК на командній кнопці "Далее" або натиснути клавішу Enter, в результаті здійснюється перехід до четвертого кроку майстра діаграм, і на екрані відображається його вікно "Размещение диаграммы" (див. рис. 5);

- у вікні "Размещение диаграммы" дати ЛК на кнопці "отдельном", яка визначає створення діаграми на окремому робочому листі (при цьому у кружечку напроти слова "отдельном" має з'явитись чорна крапка, що свідчить про вибір даної опції);

- дати ЛК на полі вводу імені листа, яке знаходиться справа від слова

"отдельном" (при цьому у ньому з'являється текстовий курсор) і ввести з клавіатури текст "Маса і доза" (знищивши попередній запис);

- дати ЛК на командній кнопці "Готово" або натиснути клавішу Enter. В результаті відкривається новий робочий лист "Маса і доза", на якому розміщується побудована діаграма;

- продемонструвати діаграму викладачеві, після чого перейти до наступного пункту.

2. Змінити тип і параметри діаграми за допомогою контекстних меню. Для цього:

- дати ПК на області діаграми або на області побудови діаграми (будь-де, крім самої діаграми та її елементів – назви, позначень, легенди тощо), при цьому з'являється контекстне меню;

- у контекстному меню клацнути пункт "Параметры диаграммы", в результаті чого відкривається діалогове вікно "Параметры диаграммы";

- у вікні "Параметры диаграммы" вимкнути відображення таблиці даних за допомогою ЛК на рядку "Таблица данных" і дати ЛК на кнопці ОК або натиснути клавішу Enter. В результаті з робочого листа діаграми зникає таблиця даних;

- дати ПК на області діаграми або області побудови діаграми і у контекстному меню вибрати пункт "Тип диаграммы", в результаті відкривається діалогове вікно "Тип диаграммы";

- у вікні "Тип диаграммы" у полі "Тип" клацнути опцію "Круговая", а у полі "Вид" – об'ємний варіант кругової діаграми (друга у першому рядку);

- дати ЛК на кнопці ОК або натиснути клавішу Enter, в результаті на робочому листі з'являється модифікована діаграма.

Продемонструвати результат викладачеві.

Примітка. Зверніть увагу на те, що нова діаграма відображає тільки один параметр (ряд). Даний тип діаграми на відміну від гістограми не може відображати більше одного рядка даних.

3. Видалити робочий лист з діаграмою. Для цього:

- дати ЛК на ярличку робочого листа діаграми "Маса і доза", в результаті чого цей лист буде виділений;

- клацнути пункт "Правка" головного меню, внаслідок цього відкривається меню "Правка";

- у меню "Правка" дати ЛК на команді "Удалить лист";

- у вікні запиту, що з'являється на екрані, клацнути кнопку ОК, щоб підтвердити видалення робочого листа. В результаті робочий лист з діаграмою з робочої книги буде видалено.

4. Закрити робочу книгу "Доза препарату.xls", для чого:

- дати ЛК на кнопці закриття документа, що знаходиться у його вторинному вікні;

- при видачі на екрані вікна запиту на збереження змін у документі дати ЛК у його вікні на кнопці "Нет".

Завдання №6. Побудова та порівняння графіків перебігу процесу з часом.

1. Підготувати робочий лист з вихідними даними за зразком рис. 6. Для цього:

- відкрити нову робочу книгу Excel ;
- об'єднати комірки A1:K1 ;
- занести у відповідні комірки, вказані на рис. 6, заголовки та номер доби вимірювання температури:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Середнє значення температури тіла пацієнта за добу, °C											
2	Доба	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3	Пациєнт А											
4	Пациєнт В											
5	Пациєнт С											
6												
7												
8												
9												
10												

Рис. 6

- занести в комірки B3:K5 середньодобові значення температури тіла пацієнтів, приведені в таблиці 1:

Таблиця 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
36,6	36,7	36,5	36,7	36,8	36,7	36,6	36,7	36,5	36,7
37,6	37,9	37,9	37,8	37,6	37,4	37,2	37,4	37,8	37,6
37,5	38,8	39,7	40,0	39,8	39,1	38,6	37,8	37,3	37,2

2. Побудувати графіки перебігу процесу (зміни температури) з часом за допомогою Майстра побудови діаграм. Для цього:

- виділити діапазон комірок B3:K5;
- дати ЛК на кнопці "Мастер диаграмм" панелі інструментів "Стандартная" (або дати ЛК на пункті "Вставка" головного меню, а потім на команді "Диаграмма"), в результаті на екрані з'явиться вікно першого кроку майстра діаграм;
- на закладці "Стандартная" у полі вибору "Тип" вибрати рядок "График";
- у полі "Вид" вибрати графік з маркерами, які помічають точки даних (перший зліва в другому ряду), після чого дати ЛК на командній кнопці вікна "Далее";
- у вікні другого кроку майстра вибрати опцію Ряды "в строках";
- дати ЛК на закладці "Ряд";
- вибрати ряд 1 у полі "Ряд", після чого дати ЛК у полі "Имя";
- набрати з клавіатури слово "Норма";
- вибрати ряд 2 у полі "Ряд", дати йому назву "Хронічне захворювання";
- вибрати ряд 3 у полі "Ряд", дати йому назву "Гостра форма хвороби";
- дати ЛК на командній кнопці вікна "Далее";
- у вікні третього кроку майстра (Параметры диаграммы) дати назву: діаграмі – "Зміна середньодобової температури тіла пацієнта з часом", осі Х –

"День", осі Y – "Температура";

- на закладці "Легенда" дати ЛК на значку "Добавить легенду" (якщо її немає), розмістити легенду внизу графіка;
- дати ЛК на командній кнопці вікна "Далее";
- у четвертому вікні кроку майстра ("Размещение диаграммы") вибрати "на отдельном", після чого натиснути кнопку "Ок";
- результат продемонструвати викладачеві.

3. Переглянути отримані графіки, зробити висновки про форми перебігу захворювання; вказати, який з графіків відповідає *в'яло текучій пневмонії*, а який – хворобі *кїр*. Записати в зошит зроблені висновки.

4. Записати робочу книгу на диск D в теку "Мои документы" під ім'ям "Температура.xls", після чого закрити робочу книгу.

Завдання №7. Завершення роботи.

1. Закрити аплікацію Excel, для чого:

- пересвідчитись, що всі необхідні дані записані в протокол по кожному із завдань;
- дати ЛК на кнопці закриття вікна аплікації;
- якщо будуть видані запити на збереження змін у документах, клацнути кнопку "Нет" у їх діалогових вікнах. В результаті аплікація Excel закриється і на екрані залишиться робочий стіл.

Примітка. Можна відразу дати команду закриття аплікації Excel, а потім відмовитись від збереження змін у документах за допомогою ЛК на кнопці "Нет" у вікні запиту на збереження документу, який видає Excel.

2. За допомогою теки "Мой компьютер" або аплікації "Проводник" видалити з теки "Student" створені в ході заняття файли "Доза препарата.xls" та "Температура.xls" за допомогою комбінації клавіш Shift+Delete.

Увага! *Результати виконання цього пункту обов'язково продемонструвати викладачу!*

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Призначення і функціональні можливості електронних таблиць.
2. Як побудований інтерфейс користувача табличного процесора Excel?
3. Що таке робоча книга Excel і як вона влаштована?
4. Як виконується введення даних в комірки електронної таблиці Excel?
5. Описати будову вікна аплікації Excel.
6. Як виконується введення формул в комірки Excel?
7. Як здійснюється посилання на комірки робочого листа?
8. Що таке відносна і абсолютна адреси комірки?
9. Як встановити для комірки абсолютну адресу?
10. Як влаштований і для чого призначений рядок формул вікна Excel?
11. Як виділити групу комірок робочого листа (рядок, стовпчик, діапазон, розрізнену групу)?

12. Як виконуються операції копіювання, переміщення і видалення вмісту комірок?
13. Як виконати перехід між вторинними вікнами документів Excel?
14. Як перейти на інший робочий лист книги Excel?
15. Як виконується збереження робочої книги Excel на диску?
16. Як завантажити документ Excel?
17. Що являє собою програма-майстер в Excel?
18. Які кроки включає майстер діаграм Excel?
19. Які функції виконує майстер діаграм Excel?
20. Які типи діаграм надає Excel?
21. Як задати тип діаграми?
22. Як викликається майстер діаграм Excel?
23. Як задається діапазон даних для діаграми в Excel?
24. Які командні кнопки мають діалогові вікна програм-майстрів?
25. Як можна змінити тип існуючої діаграми?

1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Технології баз даних.

База даних (БД) – це значна кількість однорідних даних з конкретної предметної галузі, які зберігаються на комп'ютерних носіях. В основі організації бази даних є модель даних, яка визначає правила, у відповідності з якими структуруються дані. За допомогою моделі представляється велика кількість даних і описуються взаємні зв'язки між ними. Найбільш поширені такі моделі даних: ієрархічна, мережева, реляційна.

Ієрархічна модель даних будується на основі принципу підпорядкованості поміж елементами даних і представляє собою деревоподібну структуру, яка складається із вузлів (сегментів) і дуг (гілок) (рис.1). Дерево у ієрархічній структурі упорядковане за існуючими правилами розташування його сегментів та гілок:

- на верхньому рівні знаходиться один кореневий (вихідний) сегмент, сегмент другого рівня, породжений, залежить від першого, вихідного; доступ до кожного породженого (крім кореневого) здійснюється через його вихідний сегмент;
- кожний сегмент може мати по декілька екземплярів конкретних значень елементів даних, а кожний елемент породженого сегменту пов'язаний з екземпляром вихідного і створює один логічний запис;
- екземпляр породженого сегменту не може існувати самостійно, тобто без кореневого сегменту;
- при вилученні екземпляру кореневого сегмента також вилучаються усі підпорядковані і взаємопов'язані з ним екземпляри породжених сегментів.

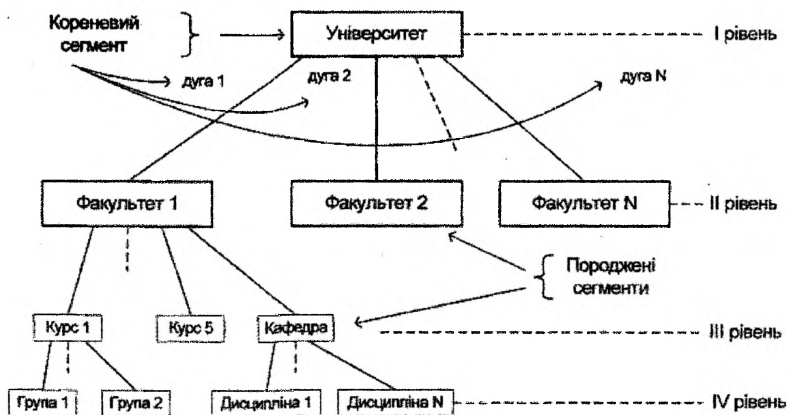


Рис. 1

Мережева модель даних представляє собою орієнтований граф з поіменованими вершинами і дугами (рис.2). Вершини графа – записи, які представляють собою поіменовану сукупність логічних взаємозв'язаних елементів даних або агрегатів даних. Під агрегатом даних розуміють поіменовану сукупність елементів даних, які є усередині запису. Для кожного типу записів може бути кілька екземплярів конкретних значень його інформаційних елементів. Два записи, взаємозв'язані дугою, створюють набір даних. Запис, з якого виходить дуга, називається власником набору, а запис, до якого вона направлена, – членом набору.

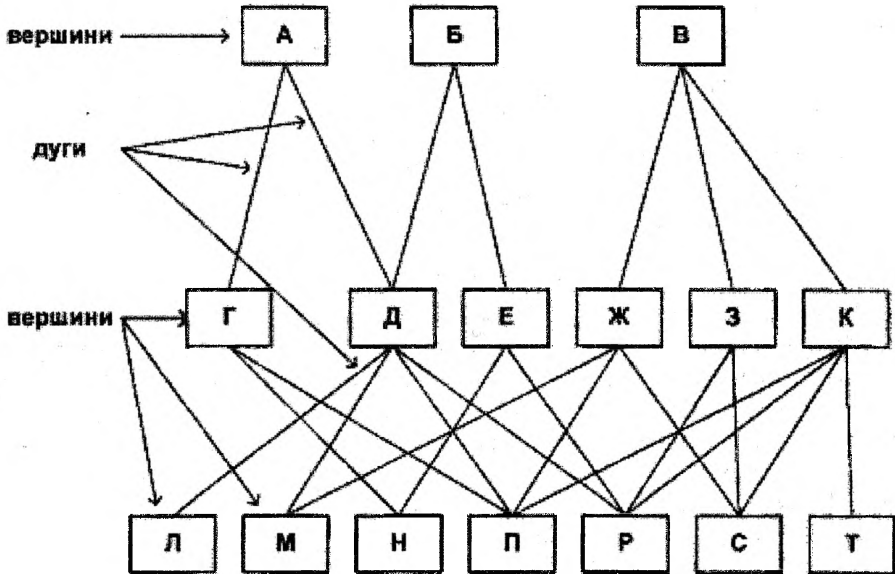


Рис. 2

Реляційна модель даних являє собою набір двовірних плоских таблиць, що складаються з рядків і стовпців. Первинний документ або лінійний масив являє собою плоску двовірну таблицю. Така таблиця називається відношенням, кожний стовбець – атрибутом, сукупність значень одного типу (стовпця) – доменом, а рядка – кортежем. Таким чином, стовпці таблиці являються традиційними елементами даних, а рядки – записами. Таблиці (відношення) мають імена. Імена також присвоюються і стовпцям таблиці. Кожний кортеж (запис) відношення має ключ. Ключі є прості і складні. Простий ключ – це ключ, який складається з одного атомарного атрибуту, значення якого унікальне (не повторюється). Складний ключ складається з двох і більше атрибутів. Для зв'язків відношень в базі даних є зовнішні ключі. Атрибут або комбінація атрибута відношення є зовнішнім ключем, якщо він не є основним (первинним) ключем цього відношення, але являється первинним ключем для другого відношення.

Типи відношень

а) Відношення "один-до-одного". Найпростішим відношенням між таблицями є відношення "один-до-одного". В такому відношенні одному запису

однієї таблиці відповідає тільки один запис у іншій. Таблиці, що зв'язані відношенням "один-до-одного" можна об'єднати в одну таблицю, яка складається з полів обох таблиць. Відношення "один-до-одного" часто використовують для розділення таблиць, що містять велику кількість полів. Наприклад, це може бути потрібним для того, щоб скоротити час перегляду полів, що містять певний набір даних. В деяких випадках необхідно керувати доступом до частин таблиць, які містять важливі або конфіденційні дані. На рис. 3 показана схема для таблиці "Лікар" та "Пацієнт". Одиниці з обох сторін ромба вказують на відношення "один-до-одного".

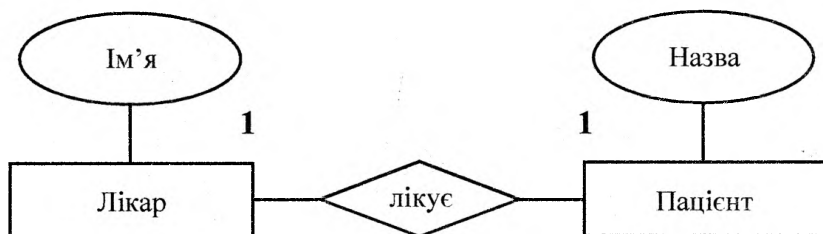


Рис. 3

б) Відношення типу "один-до-багатьох". Відношення "один-до-багатьох" зв'язує один запис першої таблиці з декількома записами другої за допомогою первинного ключа базової таблиці і відповідного йому зовнішнього ключа зв'язаної таблиці. Зовнішній ключ таблиці, що містить велику кількість відношень, може входити до складеного первинного ключа, але він є зовнішнім по відношенню до базової таблиці. Відношення "один-до-багатьох" використовується найбільш часто. На схемі, що показана на рис. 4, це відношення позначено символом m .

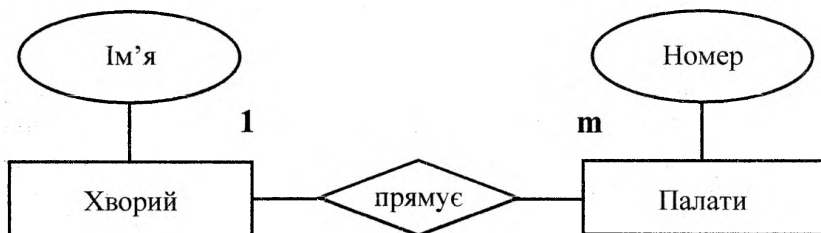


Рис. 4

в) Відношення "багато-до-одного". Відношення "багато-до-одного" протилежне відношенню "один-до-багатьох". Якщо вибір відношення "багато-до-одного" або "один-до-багатьох" не має великої ролі, то відношення між таблицями називається рефлексивним. Відношення "багато-до-одного" є відображенням відношення "один-до-багатьох". Схема для рефлексивних відношень виглядає, як показано на рис. 5.

З розвитком інформаційного забезпечення систем автоматизованої обробки інформації, прагненням забезпечити виконання нових режимів обробки даних у реальному часі та з мультидоступом до схованих даних позначилась нова тенденція до створення інформаційного забезпечення

розподілених баз даних. В умовах використання таких баз створюються комплексні масиви нелінійної структури, які мають усі дані про якусь предметну область або про керований об'єкт як постійного, так і змінного характеру.

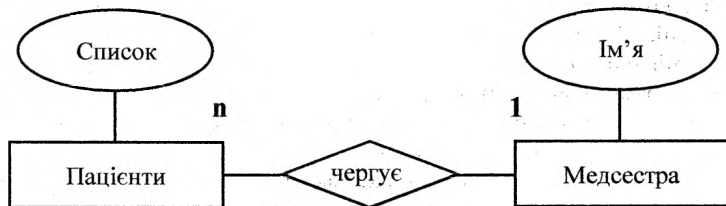


Рис. 5

В інформаційно-обчислювальних системах, які використовують комп'ютери, необхідність переходу від традиційних баз даних до розподілених диктується прагненням вирішити суперечність між перевагою розподіленого збереження і ведення баз даних та потребою їх інтегрованого використання як цілого.

Розподілена база даних – це сукупність логічно зв'язаних баз даних або частин однієї бази, які розпаралелені поміж декількома територіально – розподіленими комп'ютерами і забезпечені відповідними можливостями для управління цими базами або їх частинами. Тобто, розподілена база даних реалізується на різних просторово розосереджених обчислювальних засобах, разом з організаційними, технічними і програмними засобами її створення та ведення.

До основних переваг розподіленої бази даних можна віднести таке:

- підвищення продуктивності систем за рахунок розпаралелення процесів обробки даних;
- підвищення ефективності управління даними і поліпшення експлуатаційних характеристик систем управління даними;
- поліпшення збалансованості навантаження і синхронізації процесів обробки даних;
- підвищення надійності та живучості системи;
- поліпшення гнучкості, нарощуваності та модифікованості баз даних;
- скорочення вартості організації та затрат на експлуатацію баз даних;
- збільшення обсягу збережених і доступних для обробки даних;
- зменшення обсягів даних, які пересилаються.

Використовувати розподілені бази даних ефективно і доцільно в областях, які характеризуються:

- занадто великими обсягами даних, які зберігаються і обробляються;
- фізичною розосередженістю місць збирання, зберігання і використання даних;
- наявністю розвинутих засобів обчислювальної техніки і мереж передачі даних;
- можливістю обробки більшої частини інформації в місцях, де вона

виникає або зберігається;

- необхідністю одночасного виконання масової обробки інформації тощо.

Ці особливості властиві лікувальним закладам з розгалуженою структурою відділень та багатьох допоміжних підрозділів.

За засобом розміщення розподілені бази даних ділять на зосереджені і розосереджені. Зосереджені (або централізовані) розподілені бази даних фізично розміщені в одному місці. Для обміну інформацією поміж окремими (локальними) базами використовуються канали зв'язку прямого доступу. Обмін даними поміж взаємозв'язаними базами здійснюється без помітних обмежень на обсяги і характер інформації, що передається. Такі бази даних мають ряд переваг: просту побудову бази даних, зведення до мінімуму дублювання інформації, максимально уніфікацію методів зберігання, коригування і пошуку інформації.

Проте зосереджені бази даних в одному місці – вузлі мережі – мають цілий ряд недоліків:

- при централізації зберігання значно збільшується час на передачу інформації і за рахунок цього зростає час реакції системи;
- централізована система обмежена обсягами пам'яті ЕОМ тощо.

Розосереджені (або децентралізовані) розподілені бази даних фізично розміщені в різних місцях – вузлах обчислювальної мережі. Обмін інформацією між вузлами здійснюється з використанням каналів зв'язку. Як складові розподіленої бази даних можуть використовуватись зосереджені (централізовані) бази даних і окремі (локальні) підбази. Обмін інформацією поміж взаємозв'язаними підбазами здійснюється головним чином обробленою, узагальненою інформацією. При виконанні запиту в таких системах використовується декомпозиція запиту на підзапит до локальних підбаз і паралельне виконання виділених підзапитів у різних вузлах обчислювальної мережі. Ці бази даних мають безперечні переваги у порівнянні з централізованими:

- обсяги пам'яті обмежені пам'яттю не однієї ЕОМ, а сумарною пам'яттю ЕОМ, які знаходяться в усіх вузлах мережі;
- зменшуються затрати на передавання інформації, так як у кожному вузлі знаходиться та інформація, яка необхідна конкретному користувачеві і по можливості забезпечує всі його інформаційні потреби.

Однак розосереджена база даних призводить до неминучого дублювання деякої інформації, безконтрольності її зростання, а також значно ускладнюється проблема зберігання несуперечності інформації.

Базові поняття СУБД Access.

Таблиця – це базовий об'єкт СКБД Access. Вона являє собою файл двохвимірної реляційної таблиці. Решта об'єктів є похідними і створюються тільки на базі раніше створених таблиць.

Форма являє собою бланк, що підлягає заповненню, або маску, що накладається на набір даних. Форма не є самостійним об'єктом, вона

створюється на основі таблиці для спрощення процесу введення даних у базу і перегляду даних (форма-бланк), а також для обмеження обсягу інформації, яка доступна користувачеві (форма-маска).

Запит – це об'єкт, призначений для організації взаємодії з БД на основі критеріїв відбору даних. Основним призначенням запитів є організація пошуку у базі записів, що відповідають заданим ознакам, а також обробка даних (наприклад, обчислення).

Звіт – це об'єкт, призначений для відображення підсумкових даних з таблиці і запитів у зручному для перегляду вигляді, зокрема, для виведення їх на друк. Формати звітів звичайно відповідають стандартним форматам паперу.

Макрос – це засіб автоматизації роботи користувача з БД, який являє собою програмний модуль, що відповідає послідовності команд інтерфейсу СКБД Access, виконуваних користувачем, і створюється в процесі їх виконання. Макрос записується мовою Visual Basic for Applications (VBA) або його підмножиною Access Basic.

Модуль – це процедура обробки події або виконання обчислень, що написана на мові VBA, яка має те ж призначення, що й макрос, але виконує дії, що неможливо реалізувати за допомогою команд і макрокоманд Access.

Кожне поле таблиці СКБД Access має ім'я, тип і властивості. При створенні структури таблиці обов'язково задають імена і типи полів. Властивості полів або задаються користувачем, або встановлюються автоматично (за замовчуванням). Одне поле таблиці обов'язково визначається як ключове. Ключове поле має унікальне значення для кожного запису і забезпечує однозначну ідентифікацію записів у таблиці.

В Access використовуються такі типи полів:

1. Текстове. У текстовому полі можуть міститись будь-які символи (літери, цифри та інші), які утворюють запис довжиною до 255 символів.
2. Числове. У числове поле можуть записуватись цілі числа і числа з плаваючою крапкою.
3. Поле Дата/час. Використовується тільки для запису дат та часу і використовує для цього спеціальні формати.
4. Логічне. У логічному полі може записуватись тільки одне з двох можливих значень (так/ні; 0/1; TRUE/FALSE).
5. Лічильник. Числове поле, яке використовується як автоматичний лічильник записів.
6. Поле Мемо. Це поле великого розміру (64 Кбайт), яке може містити текстову та числову інформацію, що не може (за розміром) безпосередньо бути розміщена у комірці таблиці.

7. Поле об'єкта OLE. Це поле вміщує посилання на деякий додаток (документ Word, електронну таблицю Excel, малюнок, звукозапис тощо).

Засоби Access забезпечують виконання таких операцій:

- проектування базових об'єктів інформаційної системи – двохвимірних таблиць з різними типами даних;
- встановлення зв'язків між таблицями, з підтримкою цілісності даних, каскадного поновлення і видалення записів;
- введення, зберігання, сортування, модифікацію, вибірку даних з таблиць

з використанням різних засобів контролю інформації, індексування таблиць і фільтрацію даних;

- створення, модифікацію, використання похідних об'єктів інформаційної системи (форм, запитів і звітів).

БД застосовують там, де виникає необхідність регулярно обробляти великі масиви однорідної інформації: списки пацієнтів з їхніми електронними картками історії хвороби, співробітників лікарні чи фірми з їхніми анкетними даними, розклади руху різних видів транспорту, пропозиції ліків на ринку, облік лікарських препаратів на складах тощо.

Робота з БД включає такі етапи:

- 1) створення структури БД;
- 2) введення даних;
- 3) редагування структури і даних, оброблення даних;
- 4) пошук інформації в БД;
- 5) оформлення звітів.

Для виконання цих робіт є спеціальні програми, такі як Access, FoxPro, dBase-системи, Clipper, Oracle та інші. Вони називаються системами управління базами даних (СУБД).

Робота з СУБД Access здійснюється у стандартному вікні Windows-аплікації, в якому розміщується вторинне вікно бази даних, яке містить 6 закладок, кожна з яких відповідає одному з типів об'єктів Access (таблиці, запити, форми, звіти, макроси, модулі) (рис. 6):

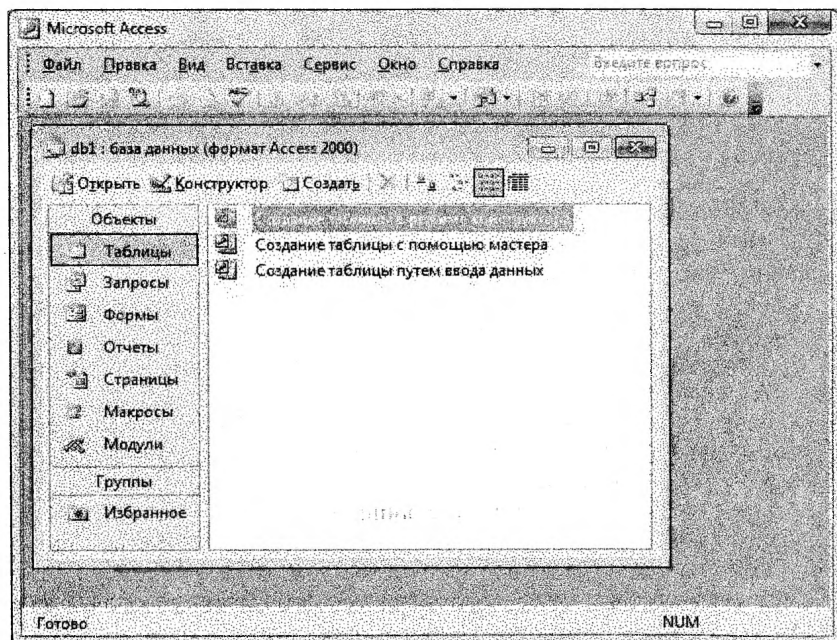


Рис. 6

Вибір певної закладки (за допомогою ЛК на ній) означає перехід до роботи з об'єктами БД даного типу. При цьому у вікні бази даних розкривається сторінка обраного типу об'єктів, на якій відображаються усі об'єкти даного типу, що існують в БД. Кожний з них може бути обраний (за допомогою ЛК) і відкритий (за допомогою відповідної командної кнопки вікна) в одному з режимів – режимі конструктора або оперативному режимі. В режимі конструктора виконується створення або модифікація об'єкта (наприклад, структури таблиці або макету звіту). В оперативному режимі виконуються задачі інформаційної системи, що реалізуються даним об'єктом (перегляд, зміна, вибірка інформації), тобто це робочий режим об'єкта. При створенні нової БД розкривається порожнє вікно БД, яке не містить ще ніяких об'єктів.

В Access база даних – це файл, який містить дані у вигляді однієї чи декількох таблиць. Окрім таблиць, у файлі БД можуть бути такі об'єкти: форми, запити, звіти, макроси, модулі.

Access надає інструментальні засоби для створення баз даних. Використовуючи майстер створення баз даних, ви можете створювати таблиці, форми або звіти без їх попереднього проектування.

Access не будує одну таблицю або форму. Майстер бази даних створює відразу групу таблиць, потім додає міжтабличні зв'язки, будує форму для кожної таблиці, використовуючи різні типи зв'язків:

"один-до-одного" (кожному запису з таблиці А відповідає один визначений запис з таблиці В);

"один-до-багатьох" (кожному запису з таблиці А відповідає кілька записів з таблиці В);

"багато-до-одного" (багатьом записам з таблиці А відповідає один визначений запис з таблиці В);

"багато-до-багатьох" (кільком записам з таблиці А відповідає багато записів з таблиці В), а також додає звіти для створюваних додатків. Після цього у створений додаток можна вносити зміни.

Створення таблиці бази даних.

Основними базовими елементами БД є так звані двовимірні реляційні таблиці. Слово *relation* в перекладі з англійської означає відношення, залежність. В реляційній БД використовуються декілька таблиць, між якими встановлюються зв'язки. Таким чином, інформація, введена в одну таблицю, може бути зв'язана з однією чи декількома записами з другої таблиці.

Для створення таблиць після запуску програми потрібно виконати таку послідовність команд: **Файл => Создать =>** на панелі інструментів **Создание файла** вибрати **Новая база данных** => вибрати потрібну папку і надати файлу назву => **Создать** => активувати закладку **Таблицы** => **Создание таблицы** ... (вибрати варіант створення таблиці – в режимі конструктора, за допомогою майстра чи шляхом введення даних).

Розширенням назви такого файлу є .mdb (його можна не вказувати).

Таблиця в БД складається з рядків (записів) і стовпців. Запис містить інформацію про один елемент бази даних: одну людину, книжку, продукцію, препарат тощо. Він складається з полів, які формують структуру запису.

Структура запису фактично визначає структуру таблиці та всієї БД, якщо в ній є лише одна таблиця.

Основним етапом створення таблиці БД є визначення її структури, тобто визначення сукупності полів, їх типів та властивостей. Структура таблиці створюється за допомогою вікна "Таблица", в якому задаються імена полів, типи полів та їх властивості, а також поля (рис. 7). Поле – це мінімальна (але найважливіша) порція інформації в записі, над якою визначені операції введення, виведення, перетворення тощо. Воно має ім'я, значення, характеризується типом і низкою додаткових властивостей.

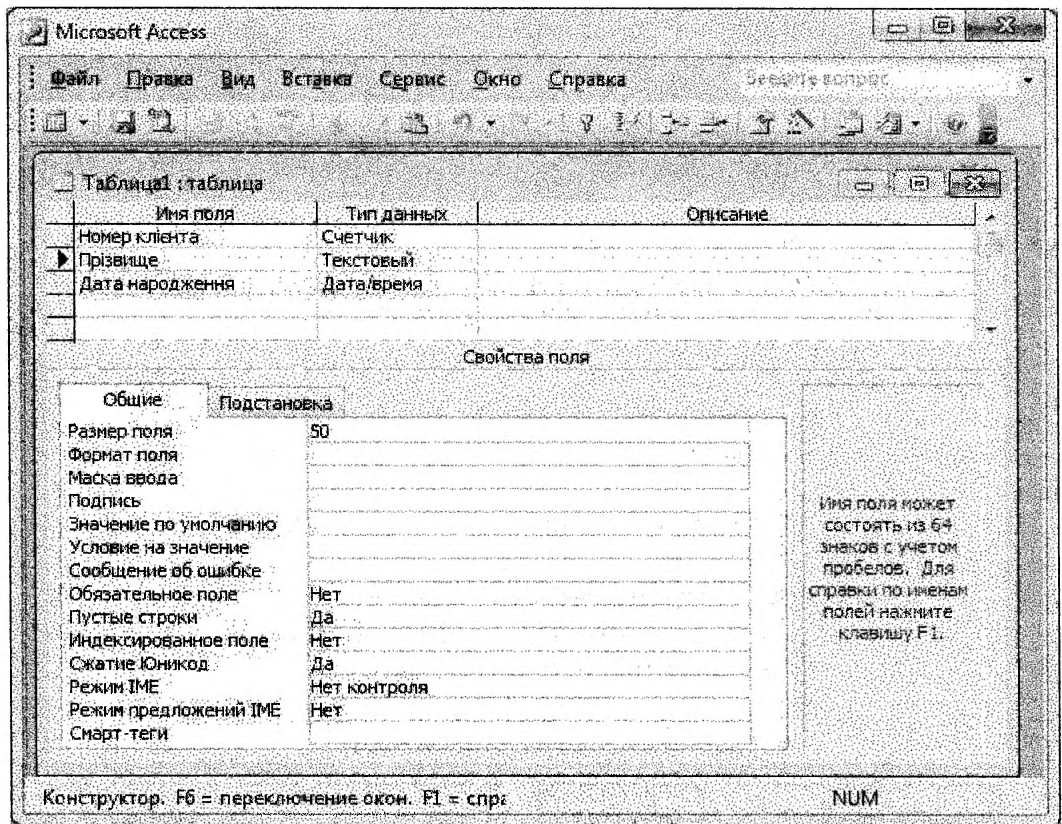


Рис. 7

Вікно "Таблица" має стандартну будову, керування ним здійснюється за допомогою кнопок керування вікном, що знаходяться на правому кінці рядка заголовка, або за допомогою меню вікна, яке викликається ЛК на значку таблиці, який знаходиться на лівому кінці рядка заголовка. У верхній частині вікна "таблица" міститься макет структури таблиці, який являє собою перелік полів таблиці з вказівкою їх типу і коротким описом. Опис поля є необов'язковим, він являє собою довільний текстовий рядок довідки про дане поле і створюється для зручності. У стовпчику "Поле" вводяться довільні імена полів таблиці (у таблиці БД вони стають заголовками стовпчиків). Введення імені поля завершується натисненням клавіші Enter або Tab, або ЛК поза коміркою імені. Тип даних обирається зі списку, що розгортається, по ЛК на кнопці розгорнення списку, яка з'являється у клітинці типу даних, коли її

обрати (за допомогою ЛК). Тип даних визначає значення, які можуть міститися у даному полі. По замовчуванню завжди пропонується тип даних "текстовый" як найбільш універсальний. При виборі типу даних для поля у нижній частині вікна з'являється бланк властивостей (характеристик) даного поля, який являє собою перелік властивостей з полем введення значення для кожного поля і підказкою. Перелік властивостей змінюється залежно від типу даних, що вказаний для обраного поля. Значення властивостей встановлюються автоматично (за замовчуванням), але їх завжди можна змінити – для цього треба дати ЛК на відповідному полі вводу або назві властивості, після чого можна ввести потрібне значення у поле з клавіатури або вибрати його зі списку вибору значень, припустимих для даної властивості. При виборі якоїсь властивості праворуч від бланка властивостей з'являється коротка довідка по ній.

У табл. 1. наведено приклади типів, назв і значень полів:

Таблица 1

Назва поля	Тип поля	Значення поля
№ п/п	Лічильник	Порядковий номер
Прізвище	Текстовий	Шевченко
Ім'я	Текстовий	Тарас
Дата народження	Дата/час	04/19/06
Біографія	Гіперпосилання	Текстовий файл
Фотографія	Об'єкт OLE	Файл .raw
Сума внеску	Грошовий	5,60 грн.

Створену структуру таблиці слід записати у файл бази даних. Це виконується командою "Сохранить как/экспорт" меню "Файл" або шляхом закриття вікна конструктора таблиць і відповіді "Да" (ЛК на відповідній командній кнопці) на запит про збереження змін макету або структури таблиці, який видається перш, ніж вікно буде закрито.

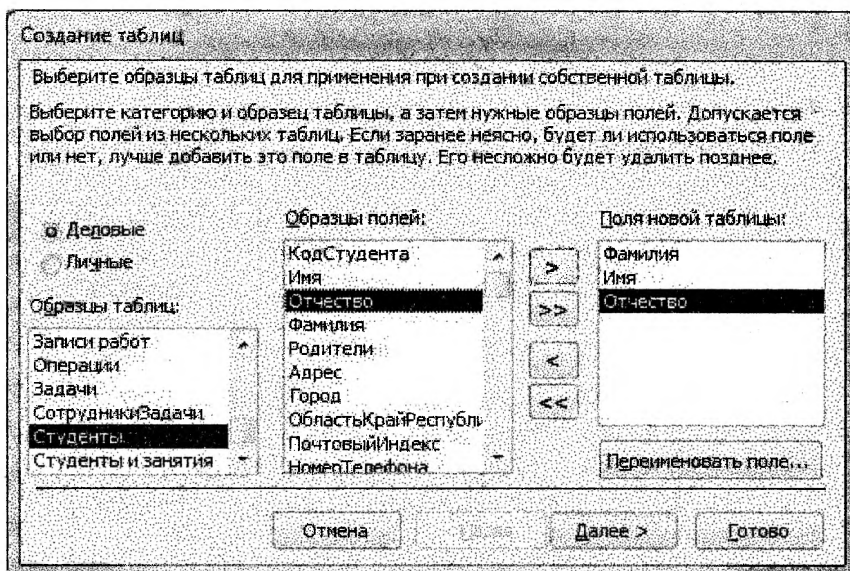


Рис. 8

При створенні таблиці за допомогою майстра таблиць користувачеві надається вибір шаблону таблиці з набору наявних, після чого для обраної таблиці здійснюється вибір полів зі списку заданих для цієї таблиці (вікно "Создание таблиць" першого кроку майстра таблиць, наведених на рис. 8).

На наступних кроках майстра задається ім'я і визначається ключове поле таблиці (крок 2), обирається режим введення даних у таблицю (безпосередній або за допомогою форми, що створюється майстром) чи зміни структури таблиці (крок 3). Процес створення таблиці за допомогою майстра більш простий і швидкий, ніж режим конструктора, але не такий гнучкий.

Для роботи з даними у таблиці (введення, видалення, модифікації) її слід відкрити. Для цього слід обрати відповідну таблицю у вікні бази даних (за допомогою ЛК на ній), а потім дати на ній 2ЛК або натиснути командну кнопку "Открыть". Робота з даними (зокрема, введення даних) може виконуватись або безпосередньо у таблиці (при цьому на екрані відображається просто таблиця, в якій кожний рядок являє запис БД (кортеж) або за допомогою форми. Форма являє собою спеціальний бланк, в якому відображається, як правило, тільки один запис у структурованому вигляді, що значно полегшує роботу з ним.

Назви полям дає користувач, назви типів є стандартними, а значення полів впливають зі змісту конкретної задачі.

Отже, структура таблиці — це структура запису, тобто сукупність назв полів, їх типів та властивостей, визначених користувачем під час аналізу конкретної задачі. Структура визначає послідовність розташування даних у записі на фізичному носії та вигляд даних на екрані.

Роботу з програмою Access розпочинають у головному вікні на закладці "Таблицы" зі створення структури командою "Создание таблицы ... ". Є декілька способів створення структури.

Найчастіше структуру створюють за допомогою конструктора таблиці. Користувач у цьому випадку задає:

- назви полів методом введення назви;
- тип даних методом вибору типу із запропонованого списку;
- описи полів, які є необов'язковими;
- додаткові властивості (характеристики) полів (лише у разі потреби) методом заповнення таблиці властивостей, а саме: довжину поля; значення за замовчуванням; умови на значення, яке вводитимуть; формат поля.

У найпростіших БД достатньо задати назви полів і вказати їх типи, оскільки властивості фіксуються автоматично згідно з принципом замовчування. Після створення структури вікно конструктора треба закрити зі збереженням таблиці у файлі на диску з деякою назвою: Препарати, Донори тощо.

Існує два основні способи відображення даних із БД для візуального перегляду: 1) у вигляді таблиці; 2) у вигляді форми.

Форма подібна до бланка чи картки. Прикладами форми є будь-який бланк, картка з досьє чи бібліографічна картка на книжку в бібліотеці. Одна форма містить дані лише для одного запису.

У програмі Access прийнято створювати базу даних спочатку у вигляді таблиці, а потім відображати її у вигляді форми, яка, окрім кращого зовні

подання даних, дає низку додаткових можливостей.

На формі можна зручно розташувати:

- поля типу OLE з картинками, фотографіями тощо;
- елементи керування: кнопки, перемикачі тощо;
- надписи; заголовки форми, рубрик (а також додавати до форми рисунки чи задавати фоновий рисунок-заставку: сутінки, глобус, хмари тощо);
- обчислювальні поля (це також елементи керування) для відображення результатів розрахунків, виконаних на базі наявних полів;
- закладки (багатосторінкові форми, де поля групують за змістом на різних закладках).

Є два способи створення форм, а саме – в режимі конструктора форм або за допомогою майстра форм.

Користувач за допомогою конструктора може змінити розташування полів методом їх перетягування. Щоб перемістити об'єкт у вікні конструктора форми, потрібно його активувати і підвести до нього курсор, доки останній не набуде вигляду долоні. Після цього можна виконати переміщення методом перетягування.

Використання майстра форм дає змогу швидко відібрати потрібні поля з таблиці для розміщення на формі або розташувати на одній формі поля з різних таблиць.

Для конструювання форми використовують панель елементів керування з кнопками. Щоб вставити елемент керування, його треба вибрати на панелі й натиснути на формі у необхідному місці. За допомогою кнопки "Запуск мастера" можна вставити у форму в діалоговому режимі інші елементи: кнопки, перемикачі тощо.

Фільтри застосовують у випадку нескладних умов пошуку і виведення даних на екран чи папір. Доступ до команд роботи з фільтрами можна отримати одним із трьох способів:

- 1) виконати команду основного меню **Записи => Фільтр**;
- 2) виконати команду з контекстного меню;
- 3) скористатися кнопками команд на панелі інструментів:
 - Фільтр по выделенному;
 - Изменить фильтр;
 - Разширенный фильтр;
 - Применить / Удалить фильтр.

Фільтр дозволяє відібрати групу записів, що задовольняють заданій умові та потім працювати з ними в режимі таблиці або в режимі форми. Існує три способи фільтрації даних:

- звичайний фільтр – відбір записів за вмістом одного або декількох полів (критерій відбору формується за допомогою логічного оператора АБО);
- фільтр по виділеному фрагменту – критерій відбору задається шляхом виділення фрагменту в таблиці або формі (як вміст виділеного фрагмента);
- розширений фільтр – критерій відбору створюється за допомогою вікна конструктора, в якому обираються поля і задаються значення для них.

Фільтрація виконується командою "Фільтр", яка належить до пункту "Записи" головного меню. Пункт "Записи" присутній у головному меню, коли

таблицю БД відкрито в режимі таблиці або в режимі форми.

Запит – це засіб пошуку записів, перетворення таблиць і створення на їх основі нових. Розрізняють декілька типів запитів. Найпростішим є запит на вибірку, який відображає на екрані вибрані з БД записи. Ці запити не змінюють таблиці БД.

Загальна схема роботи з запитами така:

- 1) виконують звичайний запит на вибірку записів;
- 2) змінюють тип запити, наприклад, на створення нової таблиці;
- 3) запускають запит на виконання – буде створена нова таблиця з відібраними записами.

Запит створюють вручну в режимі конструктора або за допомогою майстра запиту на базі деякої таблиці чи декількох таблиць.

Дві або більше таблиці, які мають хоча б одне спільне поле і між якими є зв'язок по спільному полю, називаються реляційними. Реляційними також є форми, запити і звіти, побудовані за кількома реляційними таблицями.

Для реляційного зв'язку використовують поля, в яких значення не повторюються, наприклад, числове поле типу лічильник, поле з персональними номерами співробітників тощо (поле з прізвищами не підходить, тому що в БД можуть бути однофамільці).

У конструкторі таблиці такому полю надається ключ (командою з головного меню **Правка => Ключевое поле** або командою з контекстного меню поля). Записи з таблиці, що мають ключове поле, подаються на екран, відразу впорядковані за зростанням значень ключового поля. Задавши ключове поле хоча б в одній таблиці, можна налагоджувати зв'язки між таблицями командою **Сервис => Схема данных**. У вікно "Схема данных" (рис. 9) додаються потрібні таблиці командою **Связи => Добавить таблицу**, а зв'язок здійснюють методом перетягування назви поля з однієї таблиці на відповідну назву поля в іншій. Зв'язок можна анулювати, натиснувши на лінії зв'язку і виконавши команду **Delete**. Вікно схеми даних закривають зі збереженням зв'язків.

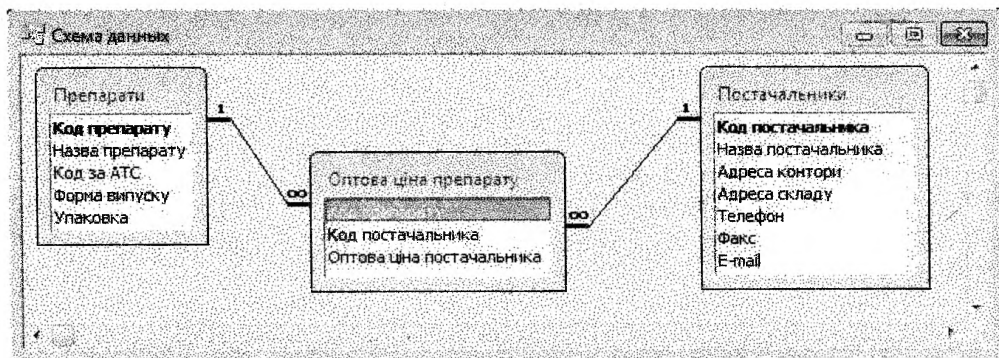


Рис. 9

Для створення реляційних запитів, звітів і форм спочатку відкривають їх конструктори, у вікно конструктора додають потрібні таблиці і лише тоді формують зв'язки. Після цього у бланк запиту заносять назви полів з різних

таблиць (методом перетягування чи будь-яким іншим).

Звіти призначені для оформлення вихідних документів з даними БД згідно з вимогами стандартів або замовника та виведення їх на друк.

Існують такі засоби створення звітів:

- 1) конструктор (не рекомендується для початківців);
- 2) майстер звітів.

Найраціональніше створювати звіт комбінованим способом. Спочатку за допомогою майстра створюють звіт, а пізніше коригують його вручну у режимі конструктора.

Звіт складається з декількох частин (елементів, не всі з яких є обов'язковими), які створює конструктор, а саме: заголовок звіту; верхній колонтитул (повторюється на усіх сторінках); заголовок групи (якщо записи групуються); область даних; нижній колонтитул; примітки.

За допомогою елементів керування у звіт можна додавати рисунки, діаграми, інші об'єкти та розраховувати деякі підсумки. Редагувати дані у звіті не можна.

2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання №1. Створення бази даних за допомогою майстра.

Для запуску Майстра створення бази даних виберіть із меню команду **Файл => Создать** (або вибрати опцію "Создание таблицы с помощью мастера" на закладці "Таблицы" поля "Объекты"). На екрані з'явиться діалогове вікно "Создание таблиц" (див. рис. 8).

У цьому вікні Ви можете вибрати один із запропонованих варіантів категорії – ділові чи особисті – та зразки полів. Наприклад, вибрати категорію "Деловые", таблицю "Сотрудники", занести за допомогою 2ЛК до нової таблиці такі поля: "Код сотрудника", "Фамилия", "Имя", "Отчество", "Номер паспорта", "Адрес", "Название отдела", "Должность", "Зарплата". Для переходу до наступного кроку майстра потрібно натиснути кнопку "Далее". Тут потрібно ввести ім'я майбутньої таблиці (за замовчуванням воно таке ж, як і назва вибраної таблиці в певній категорії). Рекомендується залишити можливість вибору ключового поля самою СКБД Access.

Останній крок майстра, перехід до якого здійснюється вибором кнопки "Далее", дозволяє такі дії: змінити структуру таблиці, ввести дані безпосередньо в таблицю або за допомогою форми, яка автоматично створить майстер. Після вибору певного пункту потрібно клацнути на керуючій кнопці "Готово". В результаті відкриється або вікно таблиці, або вікно форми (в залежності від вибраної дії на останньому кроці майстра), куди можна безпосередньо вводити необхідну інформацію.

Внесіть до протоколу назву БД та відомості, які буде містити створювана база даних.

Закрийте режим форми (або таблиці). Видаліть щойно створену таблицю, для чого: дати ПК на назві таблиці і в меню, яке при цьому з'явиться, вибрати пункт "Удалить". Підтвердіть свій вибір, натиснувши на керуючу кнопку "Да".

Завдання №2. Створення бази даних за допомогою конструктора.

1. Активуйте режим конструктора таблиці. Для цього у вікні "Таблицы" дайте 2ЛК на режимі "Создание таблицы в режиме конструктора", в результаті відкриється вікно конструктора таблиць.

2. Створіть базу даних у вигляді таблиці "Лікарські препарати" (табл. 2) за наведеним нижче зразком:

Таблиця 2

№	Код препарату	Назва	Форма випуску	Код постачальника	На складі, шт	Ціна одиниці товару, грн	Термін придатності
1	2F342	Магне В6	Таблетки	АН0564	200	76,30	02.12.2012
2	5R233	Цефалексин	Капсули	АЧ05362	95	33,20	23.10.2014
3	4D324	Грамокс-Д	Порошок	АВ04387	320	22,70	05.11.2013
4	6Н765	Софрадекс	Краплі	РС3297	540	18,15	02.08.2013
5	4D453	Бактисубтил	Капсули	АТ8730	22	250,00	11.12.2015
6	3S542	Піносол	Спрей	АН8473	200	43,85	07.04.2014
7	5Т783	Левомеколь	Мазь	ВО4732	150	5,60	09.12.2014
8	3С653	Анальгін	Ампули	СА9783	450	11,45	28.01.2013
9	4Н531	Цераксон	Розчин	СВ7936	10	228,25	16.05.2014
10	6G346	Аспірин	Таблетки	СМ6725	1200	15,00	11.10.2015

5. Створіть структуру таблиці.

Задайте назви полів та їх типи, користуючись списком типів (див. теоретичну частину), їх опис та властивості. Користуйтесь вертикальним прокручуванням робочого поля вікна конструктора, щоб переглянути всю структуру.

6. Закрийте вікно конструктора таблиці та збережіть структуру таблиці на диску під назвою **Лікарські препарати**.

7. Введіть у таблицю дані. Для цього її потрібно відкрити в режимі таблиці з головного вікна бази даних: Закладка **Таблицы** => **Лікарські препарати** => **2ЛК**. Дані в таблицю вводять звичайно з клавіатури (або через буфер обміну). Якщо потрібно, можна зменшити ширину стовпців. Ширину стовпців чи висоту рядків змінюють методом перетягування розмежувальних ліній.

8. Приховайте перший стовпець. Стовпці можна ховати чи показувати командою **Формат** => **Скрыть столбцы/Отобразить столбцы**.

9. Поновіть перший стовпець на екрані.

10. Упорядкуйте введені записи за зростанням значень деякого поля. Для упорядкування даних: виділіть поле, натиснувши на назві, та натисніть на стандартній панелі на кнопку "Сортировка" за зростанням, або за зменшенням. Для даного пункту використовуйте команду "Сортировка по возрастанию".

11. Модифікуйте структуру таблиці (структуру будь-коли можна

модифікувати). У раніше створену структуру нове поле додають командою **Вставка => Столбец**. Виділене поле вилучають командою **Правка => Удалить столбцы**. Можна змінити порядок розташування полів, перетягуючи їх назви вниз чи вгору.

12. Закрийте свою БД, зберігаючи дані на диску D в папці "Мои документы" (якщо папка відсутня, створіть її).

Завдання №3. Створення форм та робота з ними.

1. Відкрийте БД, у якій є таблиця "Лікарські препарати".

2. Створіть форму для таблиці "Лікарські препарати". У головному вікні БД виберіть закладку **Формы** і виконайте команду "Создание формы с помощью мастера". Активуйте майстер форм і виконайте всі його вказівки (кроки). У першому вікні майстра в полі "Таблицы и запросы" виберіть джерело даних – таблицю "Лікарські препарати". Виберіть поля, які повинні бути у формі. Виберіть усі поля кнопкою **>>** і натисніть **Далее**. Виберіть зовнішній вигляд форми. Рекомендуємо задати вигляд "в один столбец" => **Далее**. Виберіть стиль форми (фон, заставку) і на тисніть кнопку **Далее**.

3. Надайте формі **Лікарські препарати**. Ввімкніть режим автовідкриття форми (перший вимикач) => **Готово**.

4. Перегляньте усі записи у формі. Користуйтеся кнопками перегляду в нижній частині форми.

Завдання №4. Додавання до форми нових елементів.

1. Перейдіть у режим конструктора: Вид => Конструктор.

2. Переконайтеся, що на екрані є панель елементів керування. Якщо її немає, то виконайте команду Вид => Панель элементов.

3. Збільшіть розміри вікна конструктора і його частин.

4. Форма може містити заголовки і примітки. Підготуйте форму для введення заголовка і приміток: Вид => Заголовок/Примечание формы.

5. Введіть заголовок форми та оформіть його в кольорі. Введіть великими буквами заголовок: ЛІКАРСЬКІ ПРЕПАРАТИ. Для цього натисніть на кнопку **Аа** на панелі елементів, і у полі заголовку введіть текст заголовку, натисніть на **Enter**. Виділіть заголовок як об'єкт. Змініть його розміри і розташування, розмір шрифту і його стиль, кольори літер, фону, меж тощо.

6. Якщо немає вільного місця у полі заголовку чи приміток, то потрібно перетягнути об'єкти у формі на інші місця, щоб звільнити місце. Однак ліпше задати розміри усіх частин форми, викликавши їх контекстні меню і виконавши такі команди: Свойства => Макет => Высота => ввести потрібне значення.

7. Перегляньте результати роботи на екрані, задавши режим форми, тобто Вид => Режим формы. Поверніться в режим конструктора: Вид => Конструктор.

8. Вставте у форму нове поле **Ціна партії**, яке буде обчислювати вартість партії окремого лікарського препарату. Послідовність необхідних дій виглядає так: Вид => Панель элементов => **ab**, клацнути на вільному місці на формі. Ввести в ліве поле назву поля **Ціна партії**, а в рамку праворуч – таку формулу: **= [На складі, шт] * [Ціна одиниці товару, грн]**

9. Перейдіть в режим форми, перегляньте отриманий результат.

Завдання №5. Робота з фільтрами.

1. Відкрийте таблицю "Лікарські препарати". Перегляньте таблицю і зробіть зміни у ній. Якщо в таблиці немає інформації про наявність на складі однакової кількості препаратів, то змініть дані так, щоб вона була. У таблиці повинно бути не менше десяти записів.

2. Виведіть на екран (відфільтруйте) записи про препарати, які знаходяться на складі в кількості N штук (20,50,100,...). Фільтрація записів за критерієм, що збігається зі значенням у БД, виконується так: виберіть потрібне поле (виділіть його мишкою у будь-якому полі з відповідним записом для будь-якого препарату) і натисніть на кнопку "Фільтр по выделенному". Відновити вигляд таблиці можна кнопкою "Удалить фильтр".

3. Аналогічно відфільтруйте записи про препарати, які починаються на деякі літери, склади або частини слів (наприклад, на А та М, якщо таких немає в таблиці, доповніть її).

4. Застосуйте розширений фільтр, щоб вивести записи про препарати, які знаходяться в кількості $N > 10$, але $N < 1000$. Для застосування розширеного фільтра потрібно виконати таку послідовність дій: Записи => Фільтр => Расширенный фильтр => введіть умову в таблицю => Фільтр => Применить фильтр => Удалить фильтр.

Для пошуку даних користувач будує умови: прості та складені. Прості умови – це числа, тексти, вирази, математичні співвідношення, наприклад: 100; "Іванов"; "Фармак"; > 20 ; $= 10$; < 5 ; $< \text{date}()$ – усі дати до вчорашньої включно; Like[A-M] – прізвища, які починаються на А, Б, В ... М; Like "Шевч*" – слова, які починаються на Шевч; 32-44-?? – шестизначні номери телефонів, які починаються на 32-44- тощо. Умови записують відповідно до правил мови SQL (Structured Query Language). Складені умови – це умови, побудовані з простих за допомогою логічних операцій not (не), and (і), or (або), наприклад, not 100; between 10 and 20; between date()-20 and date() – дати за минулі 20 днів від сьогоднішньої, between 04/15/06 and 04/30/06 – між двома датами. У конструкторах фільтрів і запитів умови вводять у рядок умов. Умови, які стосуються різних полів і мають сполучник (логічну операцію) "і", записують в одному рядку конструктора умов. Умови, які стосуються одного поля і мають сполучник "або", розташовують одну під одною.

Завдання №6. Створення запитів.

1. Поверніться до таблиці "Лікарські препарати".

2. Побудуйте декілька типів запитів, зокрема, виконайте запит на вибірку записів про препарати, які знаходяться в таблетках. Дайте відповідне ім'я запиту. Щоб створити запит, потрібно виконати таку послідовність команд, починаючи з головного вікна бази даних: Вікно БД => Запросы => Создание запроса в режиме конструктора => Додають таблицю (наприклад, Лікарські препарати) => Закривають вікно "Добавить таблицу". Відкривається вікно конструктора запитів. Конструювання запиту складається з декількох етапів.

а). У вікні Конструктора запитів з таблиці вибирають усі потрібні поля і

перетягують їх у рядок "Поле" запиту. Інший спосіб: рядок Поле заповнюють, натиснувши на ньому і вибравши назви полів із запропонованого списку.

б). Задають, якщо потрібно, режим сортування (в полі "Сортировка" методом вибору режиму зі списку) і режим відображення полів на екрані (в полі "Вывод на экран" методом проставляння галочок).

в). Задають умови відбору (в рядку умов "Условие отбора" в квадратних дужках [...]).

г). Щоб запустити запит на виконання, виконують команди: Запрос => Запуск чи натискають на кнопку запуску, на якій зображено знак оклику (!).

д). Для редагування запиту треба повернутися в режим конструктора.

е). У разі потреби змінюють тип запиту.

є). Коли запит готовий, закривають конструктор зі збереженням запиту під деяким ім'ям у файлі БД. Умови відбору вказуються аналогічно простим і складеним умовам для фільтрів (див. вище). Задається умова відбору препаратів у таблетках – "таблетки".

3. Створіть запит для вибору записів про препарати, які коштують між 10 грн. і 50 грн.(умова відбору – between 10 and 50). Якщо потрібно, вкажіть ціну у відповідності з даними Вашої таблиці. Задайте умови пошуку зі словами not 50, 100 or 200, 20 and 200. Результати пошуку продемонструйте викладачеві.

4. Побудуйте запит з параметром для пошуку препарату, назву якого потрібно задати при виконанні запиту. До складу відомостей включити поля: назва препарату, форма випуску, на складі, термін придатності. Для створення такого запиту потрібно:

- відкрити закладку "Запросы" вікна БД;
- відмінити вибір існуючого запиту (якщо якийсь з них обрано) за допомогою ЛК на вільному місці вікна;
- дати 2ЛК на команді "Создание запроса в режиме конструктора";
- за допомогою діалогового вікна "Добавление таблицы" включити до вікна конструктора запитів таблицю "Лікарські препарати";
- закрити вікно "Добавление таблицы";
- з таблиці "Лікарські препарати" включити до бланка запиту поля "Назва", "Форма випуску", "Термін придатності";
- дати ЛК на полі "Назва" рядка "Условие отбора" бланку запиту;
- у полі "Назва" рядка "Условие отбора" бланку запиту ввести з клавіатури: **[Введіть назву препарату]** і дати ЛК за межами поля або натиснути клавішу Enter.

Записати створений запит до БД. Для цього:

- дати ЛК на пункті "Файл" головного меню, в ньому обрати команду "Сохранить как ...";
- у діалоговому вікні "Сохранение" обрати режим збереження "Запрос" (вибрати зі списку, що розкривається);
- у полі імені запиту (перша стрічка) задати для нього ім'я "Інформація про препарат";
- дати ЛК на командній кнопці ОК, в результаті чого запит буде записано до файлу БД;
- закрити вікно конструктора запитів, і перейти у вікно БД.

Виконати запит "Інформація про препарат". Для цього:

- на закладці "Запроси" вікна БД обрати (2ЛК) запит "Інформація про препарат", в результаті запит буде активовано і на екрані з'явиться його діалогове вікно з запрошенням ввести назву препарату (запрошення являє собою текст, введений як умова відбору у бланку запиту);

- у полі вводу діалогового вікна запиту ввести назву препарату (з тих, що є у таблиці "Лікарські препарати" – наприклад, "Аспірин") і дати ЛК на командній кнопці ОК вікна або натиснути клавішу Enter, в результаті запит буде виконано, і на екрані з'явиться інформація про заданий препарат, яка включає лише ті поля, що були задані у бланку запиту;

- закрити вікно запиту (ЛК на кнопці закриття вікна) і перейти у вікно БД.

5. Розробіть і виконайте запит на створення нової таблиці "Препарати в таблетках", у яку потрібно з таблиці "Лікарські препарати" скопіювати записи усіх препаратів за алфавітом, форма випуску яких – таблетки. Запишіть в зошит умови пошуку.

6. Виконайте запит на пошук у таблиці "Лікарські препарати" препаратів, що мають вказану кількість або вартість (використайте параметричний запит, де значення параметра вводиться в окремому діалоговому вікні, яке з'являється після запуску запиту). У відповідному полі у бланку запиту в рядку для умови відбору задайте параметричну умову – введіть у квадратних дужках [] будь-який вираз, який буде інформувати Вас, які дані потрібно вводити, наприклад: [Кількість на складі] або [Вартість препарату]. Закрийте вікно конструктора запиту. Запустіть запит на виконання. В окремому діалоговому вікні введіть значення параметра (наприклад, вартість препарату). Перегляньте отримані результати.

7. Підготуйте звіт по практичній частині роботи, в якому коротко опишіть (при потребі – з рисунками, таблицями та схемами) послідовність створення конкретної бази даних та її елементів: форм, фільтрів, запитів.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Наведіть алгоритм створення БД за допомогою майстра.
2. Охарактеризуйте дії, які виконуються на кожному кроці майстра.
3. Що таке головна кнопкова форма, наведіть її характеристику.
4. Дайте рекомендації щодо роботи з конкретною БД, яка створена за допомогою майстра.
5. Що таке база даних? Наведіть приклади баз даних.
6. Яке призначення програми Access?
7. З чого складається база даних?
8. Що таке запис?
9. Як створити базу даних?
10. Що таке структура таблиці бази даних?
11. Які є властивості полів?
12. З чого складається таблиця бази даних?
13. Які об'єкти може містити файл бази даних?

14. Що таке база даних в Access?
15. Яке призначення баз даних?
16. Що таке поле? Наведіть приклад запису.
17. Які є типи полів?
18. Як створити структуру бази даних?
19. Що означає модифікувати структури бази даних?
20. Як ввести дані у базу даних?
21. Які закладки має головне вікно програми Access?
22. Як сховати чи показати стовпці в таблиці?
23. Як вставити нове поле в структуру?
24. Як вилучити запис з таблиці?
25. Як упорядкувати записи?
26. Яке призначення конструктора таблиці?
27. Як вилучити поле зі структури таблиці?
28. Як ввести в таблицю новий запис?
29. Які види сортування вам відомі?
30. Як змінити назву поля в таблиці?
31. Що таке форма як об'єкт БД?
32. Який вигляд має форма?
33. Яке призначення форми?
34. Які є способи відображення даних з БД для візуального огляду?
35. З чого складається форма?
36. Що таке обчислювальний елемент керування?
37. Які є способи створення форми?
38. Форма – це файл з даними чи спосіб відображення даних?
39. Яке призначення конструктора форм?
40. Що таке елемент керування?
41. Які дані наводять у вигляді форми?
42. Які переваги таблиць над формами?
43. Які дані можна розмістити у формі?
44. Які переваги використання майстра форм над конструктором?
45. Як вставити заголовок у форму?
46. Як виконати обчислення у формах?
47. Як нарисувати у формі прямокутник?
48. Як ввести до форми деякий текст?
49. Яке призначення фільтрів?
50. Які типи фільтрів існують в Access?
51. Чи можна з відфільтрованих записів створити нову таблицю?
52. Що таке запит?
53. Які є типи запитів?
54. Яка існує послідовність створення запитів?
55. Як виконати пошук по текстовому полю?
56. Яка різниця між використанням фільтра і запитом?
57. Що таке простий запит на вибірку? Наведіть алгоритм його побудови.
58. Що собою являє бланк запиту?
59. Яке призначення конструктора запитів?

- 60. Яка структура конструктора запитів?
- 61. В якому вигляді можна задавати умови для пошуку записів? Які оператори тут можна використовувати і як?
- 62. Наведіть алгоритм створення запиту на побудову нової таблиці.
- 63. Як скопіювати частину структури таблиці у нову таблицю?
- 64. Як створити таблицю з обчислювальним полем?
- 65. Як відшукати і вилучити з таблиці записи, що повторюються?

1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Загальні відомості про інформацію та її властивості.

Між елементами будь-якої системи, а також між системою та навколишнім середовищем відбуваються певні взаємодії. Ці взаємодії можуть виражатися в обміні речовин або обміні енергією, а також в передаванні різних відомостей, які дістає один об'єкт про стан інших. Сукупність таких відомостей і утворює поняття "інформація". Отже, повідомлення, які передаються по телефону або по радіо, різні сигнали, що діють в автоматичних пристроях; імпульси збудження і гальмування, які проходять по нервових шляхах; знання, здобуті в процесі навчання, тощо – все це інформація.

Зміст інформації не залежить від засобів її передачі та від виду використовуваної для цього енергії. Усно, письмово, по телефону або телебаченню може бути передано одне і те саме повідомлення.

Інформація не є ні речовиною, ні енергією, вона є лише відображенням їхніх матеріальних властивостей. Таким чином, під інформацією слід розуміти не самі спостережувані в навколишньому середовищі предмети, процеси або явища, а їхні зображувальні характеристики, їх відображення або відбиття у вигляді образів, символів, формул, опису, креслень та інших абстрактних характеристик.

Інформацію можна розрізняти:

- за галузями знань – наукова, технічна, економічна, біологічна, медична тощо;
- за видом сприймання – зорова, слухова, смакова тощо;
- за структурно-метричними властивостями – параметрична, топологічна, абстрактна.

До параметричної інформації належать набори числових значень будь-яких параметрів, здобутих під час дослідження, аналізу, контролю та обліку. До топологічної інформації належать геометричні образи, карти місцевості, різні площі та об'ємні зображення. Абстрактна інформація базується на абстракціях, узагальненнях і символізації.

Усі види інформації мають спільні властивості та спільні закономірності. До таких властивостей інформації належать: вірогідність, значущість, важливість, цінність, довговічність. Крім загальних властивостей, кожен з видів інформації має свої характерні особливості. Наприклад, такими особливостями для медико-біологічної інформації є неперервне створення, оновлення та передавання від покоління до покоління спадкових ознак (спадкова інформація). Важливим є також те, що зберігання й передавання інформації в живих організмах здійснюється на молекулярному рівні – хімічними та електромагнітними сигналами.

Вимірювання інформації.

Важливим питанням теорії інформації є визначення міри її кількості та якості. Існують три основних теорії для оцінки інформації: структурна, статистична, семантична.

Структурний підхід до вимірювання інформації

Структурна теорія розглядає дискретну побудову масивів інформації та їхнє вимірювання за допомогою певного підрахунку числа інформаційних елементів або комбінацій з цих елементів. Найбільш широкого розповсюдження в цій теорії дістав спосіб оцінки кількості інформації, запропонований американським вченим Р. Хартлі в 1928 р. Нехай маємо об'єкт, який може знаходитися в одному з N рівноймовірних станів. Згідно з Хартлі, кількість інформації в повідомленні про те, що об'єкт знаходиться в якому-небудь одному стані, визначається формулою:

$$I = \log_2 N$$

Якщо число можливих станів $N = 2$ (у випадку пішохідного світлофора, який має два стани – червоний і зелений), то

$$I = \log_2 2 = 1$$

Здобута одиниця інформації називається **бітом**. Таким чином, біт – це кількість інформації, яка міститься у повідомленні про найпростішу двопозиційну ситуацію типу (об'єкт включено – виключено, сигнал є – нема, одиниця записана – не записана тощо).

Особливою властивістю структурного підходу до вимірювання інформації є простота його використання (досить уважно проаналізувати число можливих станів). Наприклад, якщо об'єктом є гральний кубик, який має шість можливих станів, то кількість інформації в повідомленні про те, чи випав який-небудь результат, визначається так:

$$I = \log_2 6 = 2,6 \text{ біт}$$

Якщо маємо не один, а кілька об'єктів, то кількість інформації в повідомленні про стан цих об'єктів визначається як логарифм можливого числа комбінацій станів. Наприклад, якщо об'єктами є два гральних кубики, то можна підрахувати, що повне число комбінацій станів дорівнює 36. Тоді кількість інформації в повідомленні про те, що випав який-небудь результат, дорівнює

$$I = \log_2 36 = 5,2 \text{ біт}$$

Використовуючи структурний підхід, можна легко обчислити кількість інформації, що міститься в якому-небудь слові, реченні, тексті і т. п. Наприклад, кількість інформації, яка міститься в слові "шок", визначається як логарифм можливого числа комбінацій слів, утворених буквами ш, к, о (шок, кош, окш, кшо, шко, ошк), тобто як $\log_2 6 = 2,6 \text{ біт}$.

Важливою перевагою застосування логарифмічної міри інформації є властивість адитивності. Ця властивість полягає в тому, що коли повідомлення дістають від незалежних об'єктів, які мають відповідно N_1 і N_2 можливих

станів, то загальна кількість інформації про стан цих об'єктів визначається формулою:

$$I = \log_2 N_1 + \log_2 N_2$$

Якщо знову звернутися до двох гральних кубиків, то аналогічний результат можна дістати, використовуючи властивість адитивності:

$$I = \log_2 6 + \log_2 6 = 5,2 \text{ біт}$$

Структурний підхід до визначення кількості інформації є ідеальним для застосування в обчислювальній техніці, яка оперує з інформацією, закодованою тільки двома символами: 0 і 1. Тоді, згідно з Хартлі, кожен розряд двійкової інформації має величину, що дорівнює 1 біту. Застосовуючи властивість адитивності, легко дістати кількість інформації в двох розрядах – 2 біта, трьох розрядах – 3 біта і т. д.

В обчислювальній техніці застосовують більші одиниці інформації:

$$1 \text{ байт} = 2^3 \text{ біт},$$

$$1 \text{ кілобіт} = 2^{10} \text{ біт},$$

$$1 \text{ кілобайт} = 2^{10} \text{ байт} = 2^{13} \text{ біт},$$

$$1 \text{ мегабайт} = 2^{23} \text{ біт},$$

$$1 \text{ гігабайт} = 2^{10} \text{ мегабайт},$$

$$1 \text{ терабайт} = 2^{10} \text{ гігабайт}.$$

Для визначення кількості інформації в інших галузях людської діяльності структурний метод малопридатний, оскільки на різні повідомлення й відповідні їм ситуації накладаються досить суттєві обмеження – вони повинні бути рівномірними. Проте в реальному житті майже ніколи не дотримуються необхідної для структурного підходу вимоги щодо рівності ймовірностей різних подій і ситуацій.

Статистичний підхід до вимірювання інформації

Основою цього підходу є міркування про те, що будь-яка здобута інформація позбавляє невизначеності (невідомості), тобто того, що до отримання інформації було невідомим. У свою чергу, ступінь невизначеності в математиці характеризується за допомогою ймовірності. Таким чином, інформацію можна зв'язати з ймовірністю. Згідно із статистичним підходом, розробленим американцем К. Шенноном у 1948 р., кількість інформації, яка міститься в повідомленні про те, що відбулася одна яка-небудь подія з кількох можливих, визначається так:

$$I = \log_2 \frac{1}{P(A_i)},$$

де $P(A_i)$ – ймовірність появи події A_i . Якщо заздалегідь відомо, що подія відбудеться, тобто $P(A_i) = 1$ (наприклад, в повідомленні про те, що за понеділком іде вівторок), то кількість інформації про таку подію $I = \log_2 1 = 0$. І навпаки, чим менше ймовірність появи події, тим більша кількість інформації в повідомленні про неї.

Якщо $P(A_i) = 0,5$, то $I = \log_2 1 = 1$ біт. Таким чином, 1 біт інформації при статистичному підході є кількість інформації про появу однієї з двох рівноймовірних подій, що знаходиться в повній відповідності з означенням, наведеним у попередньому параграфі.

Якщо відбувається множина подій, наприклад подія A_1 – n_1 раз, подія A_2 – n_2 раз, подія A_k – n_k раз, то загальна кількість інформації визначатиметься так:

$$I_{\text{заг}} = I_1 n_1 + I_2 n_2 + \dots + I_k n_k$$

Оскільки

$$I_1 = \log_2 \frac{1}{P(A_1)}, I_2 = \log_2 \frac{1}{P(A_2)}, \dots, I_k = \log_2 \frac{1}{P(A_k)},$$

то

$$\begin{aligned} I_{\text{заг}} &= \log_2 \frac{1}{P(A_1)} n_1 + \log_2 \frac{1}{P(A_2)} n_2 + \dots + \log_2 \frac{1}{P(A_k)} n_k = \\ &= -n_1 \log_2 P(A_1) - n_2 \log_2 P(A_2) - \dots - n_k \log_2 P(A_k) \end{aligned}$$

Застосування цього методу пов'язано з попереднім обчисленням ймовірностей появи різних подій. Наприклад, для обчислення кількості інформації, яка міститься в тексті, слід знати ймовірності появи різних букв алфавіту.

При будь-яких статистичних розрахунках завжди треба визначити деяке середнє значення (середнє арифметичне, середнє квадратичне відхилення тощо).

У розглядуваному методі часто треба оцінити кількість інформації, яка припадає на одну подію серед усіх, що відбуваються:

$$I_{\text{сер}} = \frac{I_{\text{заг}}}{N},$$

де $N = n_1 + n_2 + \dots + n_k$

Враховуючи сказане вище і те, що відношення числа появи однієї події до числа всіх подій є ймовірність появи цієї події ($P(A_i) = \frac{n_i}{N}$), отримаємо:

$$\begin{aligned} I_{\text{сер}} &= -P(A_1) \log_2 P(A_1) - P(A_2) \log_2 P(A_2) - \dots - P(A_k) \log_2 P(A_k) = \\ &= -\sum_{i=1}^k P(A_i) \log_2 P(A_i) \end{aligned}$$

Ця середня кількість інформації називається ентропією.

Семантична теорія інформації

Ні структурний, ні статистичний методи не враховують зміст, цінність, корисність або суттєвість інформації. Ці питання вивчає семантична теорія. Існує кілька підходів до визначення цінності інформації. Один з них запропонований академіком А. Харкевичем. Міра цінності при цьому підході визначається як зміна ймовірності досягнення мети при отриманні інформації:

$$I_u = \log_2 P_1 - \log_2 P_0 = \log_2 \frac{P_1}{P_0},$$

де P_0 – ймовірність досягнення мети до отримання інформації, P_1 – ймовірність досягнення мети після отримання інформації. При цьому можливі три випадки. Здобута інформація може не змінювати ймовірності досягнення мети ($P_1 = P_0$). Тоді $I = 0$, і таку інформацію називають порожньою. Для лікаря, який має на меті в даний момент поставити діагноз пацієнту, є порожньою, наприклад, інформація про прогноз погоди. Можливий випадок, коли здобута інформація явно збільшує ймовірність досягнення мети, тобто $P_1 > P_0$ і, таким чином, $I > 0$. Такою ситуацією для наведеного вище прикладу може бути одержання лікарем даних аналізів, які допоможуть з'ясувати стан хворого, і, нарешті, можливий випадок, коли отримана інформація зменшує ймовірність досягнення мети ($P_1 < P_0$), тоді $I < 0$, тобто отриману інформацію можна назвати дезінформацією. До такої дезінформації можуть призвести неправильно зроблені аналізи, несправна медична апаратура тощо.

Принципи передачі інформації

Обмін інформацією між двома об'єктами, а також шляхи і засоби, що його забезпечують, називаються інформаційною комунікацією. Сучасні методи технічної реалізації інформаційних комунікацій в більшості подібні, що дозволяє виділити їх у загальний клас систем передачі інформації проводовими або безпроводними лініями зв'язку. Узагальнена структурна схема системи передачі інформації приведена на рис. 1:



Рис. 1

Д – джерело інформації; ПР – перетворювач; КП – кодуєчий пристрій (кодер); М – модулятор; ДМ – демодулятор; ДК – декодер; О – одержувач інформації.

Під інформацією, що передається в даній системі, розуміють всі відомості, які одержують з навколишнього середовища і які завчасно невідомі одержувачу. Інформація, яку необхідно передати, називають повідомленням. Повідомлення передаються від джерела до одержувача за допомогою сигналу. Сигналом називається фізичний процес, що відображує повідомлення. Сигнал може передаватись у вигляді збурення електричного, оптичного, магнітного, акустичного середовищ. У відповідності з цим, під електричним сигналом розуміють таке збурення електричного середовища, що однозначно відображує повідомлення. Сенса сигналу як носія інформації полягає не в його фізичній природі та енергетичних характеристиках, а в його відповідності вхідному повідомленню, яке має бути відтвореном на виході приймача. Як видно з рисунка, в передавальному пристрої відбуваються три операції над

інформаційним повідомленням: перетворення, кодування і модуляція. Ці операції можуть бути незалежними або суміщеними. Перетворенням називають зміну неелектричних величин, які визначають повідомлення, що передається, на первісний електричний сигнал. Так, у телефонії цю функцію виконує мікрофон, який перетворює звукові хвилі в електричні коливання; в телеметрії – будь-які датчики, що перетворюють зміну температури, тиску та інших фізичних величин в зміну електричної напруги або певного електричного параметра.

В цифрових (дискретних) системах передачі інформації елементи повідомлення (команди, букви, цифри) підлягають кодуванню. Кодування – це перетворення повідомлення в певні сполучення елементарних електричних сигналів, які називають кодовими комбінаціями чи словами. Метою кодування, як правило, є узгодження джерела повідомлення з каналами передачі інформації, що забезпечує або максимальну швидкість передачі, або задану завадостійкість. В процесі передачі елементарних електричних сигналів, одержаних при кодуванні, може здійснюватись модуляція носія сигналу. Модуляцією називається зміна параметра носія сигналу у відповідності з функцією, яка відображує повідомлення, що передається. В якості носія використовують постійний струм, змінний струм низької чи високої частоти, періодичну послідовність короткочасних імпульсів тощо. Параметрами носія, які модулюються (змінюються), можуть бути амплітуда, частота і фаза. Наприклад, якщо в якості носія використовується постійний струм (телефонія і телеграфія по провідних лініях зв'язку), то змінюватись в процесі модуляції можуть або величина, або напрям струму. Можливі також комбіновані методи модуляції, під час яких модулюються одночасно два параметри носія. Від типу модуляції значною мірою залежить завадостійкість і пропускна спроможність системи передачі інформації. В приймальному пристрої сигнал надходить на демодулятор, у якому за зміною параметра носія встановлюються елементи сигналу (кодові комбінації). Декодуєчий пристрій, в свою чергу, за прийнятими елементами сигналу встановлює повідомлення, яке надходить на вхід перетворювача. Перетворювач видає повідомлення у формі, зручній для одержувача (наприклад, текст прийнятої телеграми на папері). Для передачі сигналів передавач і приймач з'єднуються між собою лінією зв'язку. Остання може бути у вигляді проводової чи радіолінії, оптичної лінії тощо.

Сукупність технічних засобів, необхідних для незалежної передачі даного повідомлення від джерела інформації до одержувача, називається каналом зв'язку. Лінія зв'язку є частиною каналу зв'язку. В процесі передачі інформації діють завади. Під завадами розуміють будь-які події, що виникають в процесі передачі інформації та заважають її правильному прийому. На рисунку умовно показано, що завади діють на лінію зв'язку (зовнішні завади). В реальних системах завади можуть виникати також у передавальних чи приймальних пристроях (апаратні завади). Завадостійкість системи передачі інформації оцінюється в залежності від ступеня спотворення сигналу, при якому приймач забезпечує правильний прийом сигналів. Крім одноканальної системи передачі інформації існують так звані багатоканальні системи. Якщо одноканальна система передачі забезпечує комутацію (зв'язок) між одним джерелом і

одержувачем інформації, то в багатоканальних системах за допомогою однієї лінії зв'язку одночасно здійснюється незалежна передача сигналів між декількома парами джерел і одержувачів. Використання загальної лінії зв'язку для здійснення багатоканального зв'язку прийнято називати ущільненням лінії зв'язку, а саму апаратуру, яка при цьому використовується – апаратурою ущільнення.

Мережеві технології.

Мережі призначено для з'єднання комп'ютерів, розміщених на великій чи малій відстані один від одного. На малих відстанях частіше використовують мережі, утворені при з'єднанні декількох комп'ютерів звичайними провідниками. Такі мережі називають локальними. Локальна мережа інтегрує інформаційне обслуговування різних видів і об'єднує всі засоби інформаційних технологій в організації, значно підвищуючи їхню ефективність внаслідок можливості спільного використання обладнання різними користувачами.

У разі організації локальної обчислюваної мережі використовують топологію типу "кілеце", "шина" чи "зірка" (рис.2).



Рис. 2

Локальна мережа містить мережну апаратуру і мережне програмне забезпечення. До апаратури належать мережні інтерфейсні плати, що вставляються всередину комп'ютерів, які утворюють мережу. В більшості випадків інтерфейсну плату встановлюють безпосередньо в один із слотів материнської плати, а іноді вона може бути частиною окремого блоку, до якого підключають комп'ютер. З'єднання комп'ютерів відбувається через відповідні слоти мережної плати. Дані, взяті з одного ПК за допомогою мережної інтерфейсної плати, перетворюють у відповідний формат і посилають по з'єднувальному кабелю до мережної плати іншого комп'ютера, яка приймає дані, перетворює їх у формат, зрозумілий для ПК, і направляє в оперативну пам'ять. Усі ці дії відбуваються під керівництвом відповідного програмного забезпечення, яке носить назву мережної операційної системи. Ця система здійснює також контроль за роботою мережі – хто і коли використовує мережу, які ресурси є в мережі тощо. Мережна операційна система працює, як і звичайні ОС, тобто її завантажують в оперативну пам'ять і використовують для виконання різних сервісних послуг в процесі роботи користувачів чи прикладних програм. Тільки в цьому випадку послуги надають для мережі машин, а не окремо взятому ПК.

Функції управління основними процесами мережі (пересилання даних, зберігання, організація розподілених обчислень тощо) виконує один із комп'ютерів. Такий комп'ютер називається сервером. Іншими словами, зв'язок одного комп'ютера мережі з іншим здійснюється через сервер. У деяких мережних операційних системах всі комп'ютери мережі, при бажанні, можна використати як сервер.

На великих відстанях дані передають телефонними мережами. Такі мережі називають глобальними. Організацію передавання даних по телефонних мережах показано на рис. 3:

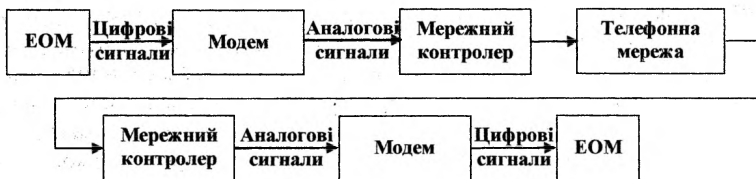


Рис. 3

Ключовим елементом наведеної схеми є модем (модулятор-демодулятор), який здійснює перетворення двох видів. У першому випадку цифрові сигнали комп'ютера перетворюються в аналогові сигнали звукового діапазону, а потім надходять до телефонної мережі. Таке перетворення називається модуляцією. В другому випадку здійснюється зворотнє перетворення (демодуляція).

Швидкість передачі даних телефонною мережею звичайно 1200-2400 біт/с. Для передавання даних можна також використовувати окремі канали, наприклад, високошвидкісні канали передавання цифрових даних (від 64 кб/с до 8 Мб/с), супутникові канали цифрового зв'язку, оптичні канали.

Окремим випадком глобальної комп'ютерної мережі є електронна пошта. Вона має таку саму швидкість доступу, як і телефон, але не потребує одночасної присутності обох абонентів на різних кінцях телефонної лінії. Текст деякого повідомлення готується на комп'ютері з використанням відповідної інформаційної технології (текстового чи графічного редактора, електронної таблиці тощо), далі утворений файл за допомогою модему надходить у телефонну мережу до потужного поштового комп'ютера, який перевіряє адресу, зв'язується з комп'ютером іншого абонента і передає інформацію. Електронний лист із США в Україну йде близько 3 хв. Крім того, електронна пошта є дуже вигідною, оскільки вартість пересилання листа на декілька порядків нижча, ніж при користуванні звичайною поштою. Для того, щоб електронне повідомлення дійшло до свого адресата, треба його оформити відповідно до визначених стандартів, тобто лист повинен мати стандартизовану поштову електронну адресу. Електронна адреса має вигляд: "кому@куди". Електронна адреса читається справа наліво. Наприклад, адреса rector@vnm.vinnica.ua означає, що цей лист адресовано в Україну (ua), у м. Вінницю (vinnica), Вінницький національний медичний університет (vnm), ректору університету (rector @). Ще однією перевагою електронної пошти є можливість передавання інформації практично будь-якого виду, яку можна подати в цифрованому вигляді (текст, рисунки, голос, відео).

У 1964 р. в Міністерстві оборони США зародилась грандіозна ідея — створити мережу передачі даних, яка б не втратила працездатності навіть після ядерного удару, коли значна частина обладнання вийшла б з ладу. Якраз тоді було закладено принципи, на яких і зараз будується мережа Internet:

- немає спільного центру управління;
- повна самостійність кожного сегменту.

Побудована таким чином система буде працювати доти, поки хоча б два комп'ютери будуть з'єднані лінією зв'язку. Тоді ж було запропоновано і механізм обміну даними між комп'ютерами, оснований на принципі комутації пакетів.

Кожне повідомлення розбивалося на шматочки—пакети і в такому вигляді мандрувало мережею. Шанси такого повідомлення добратися до адресата досить великі, але навіть втрата декількох пакетів (внаслідок прямого попадання атомної бомби — так міркували розробники) повідомлення не втрачає змісту.

Така мережа була створена і називалась ARPANET. У 1969 р. до неї входило всього чотири комп'ютери. Ідея виявилася вдалою. До мережі підключалися все нові й нові вузли, виникали локальні комп'ютерні мережі. З'явилися системи електронної пошти і новин, удосконалювались комп'ютери, протоколи обміну даними. У 1989 році відбулась подія, яка зробила мережу дійсно інтернаціональною, — до чисто американської мережі підключилась Європа. Сьогодні вузли мережі Internet існують на всіх континентах і в усіх країнах.

На фізичному рівні Internet — це сукупність комп'ютерів, які зв'язані між собою каналами зв'язку. В Internet існують так звані вузли — потужні комп'ютери, до яких сходиться множина каналів зв'язку.

На рис. 4 зображено загальну структуру мережі Internet. Кожен вузол є самостійною одиницею і може передавати інформацію сусідам. Навіть якщо видалити великий шматок мережі, то робота іншої (що залишилася) її частини не порушиться. Дані знайдуть обхідні шляхи і будь-що потраплять за призначенням. Це схоже на розвинуту систему автодоріг: якщо навіть декілька трас закриються на ремонт, то завжди знайдеться об'їзний маршрут.

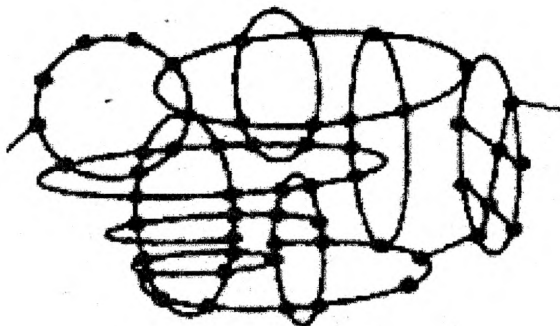


Рис. 4

Якраз завдяки вузлам відбувається маршрутизація даних у мережі, тобто переспрямування потоку даних таким чином, щоб конкретна інформація досягала свого пункту призначення найкоротшим шляхом. Як правило, власниками вузлів є провайдери послуг Internet – ISP, тобто організації, які надають іншим особам можливість підключення до мережі. Провайдери мають потужні канали зв'язку, до яких за допомогою спеціального обладнання підключаються інші клієнти Internet. Наприклад, на даний момент провайдером Вінницького національного медичного університету є фірма "Еверест", який надає вузу включення в канал, що йде до більшого провайдера. Таким чином, будь-який комп'ютер в локальній мережі університету може взаємодіяти з будь-яким іншим комп'ютером, підключеним до Internet. Якраз завдяки провайдерам мережі Internet існує той механізм взаємодії, за рахунок якого дані в мережі Internet можуть безперебійно передаватися від комп'ютера до комп'ютера. Тільки провайдери несуть економічні затрати, що забезпечують роботу Internet, оскільки сама інформація в мережі є загальнодоступною власністю і здебільшого безкоштовною.

Для кінцевого користувача немає потреби знати проміжні пункти проходження його інформації — цим займається спеціалізоване обладнання провайдерів Internet. Користувач повинен знати тільки кінцеву мету, а як досягти її, — це проблема вузлів мережі.

Як і в реальному житті, в мережі Internet існують свої надшвидкісні "магістралі", свої "дороги" і "стежечки". Будь-який вузол мережі може стати точкою входу нових користувачів, а вони, у свою чергу, — нових. Internet використовує протокол TCP/IP. TCP (Transmission Control Protocol) — протокол, який визначає правила перетворення інформації в пакети та її передачу від одного комп'ютера до іншого. IP (Internet Protocol) — протокол, який відповідає за адресацію і маршрутизацію цих пакетів.

Найважливішою частиною Internet є "всесвітня павутина" (World Wide Web — WWW). На сьогоднішній день WWW — найбільш використовуваний ресурс Internet, оскільки він дає можливість доступу до будь-якої інформації, не витрачаючи час на пошук її місцезнаходження. Для цього досить знати тільки тему, все інше зроблять спеціальні пошукові сервери, які обстежать "павутину" і знайдуть потрібну інформацію, де б вона не була. WWW дає можливість доступу до текстової, графічної, аудіо- та відеоінформації.

За умови високошвидкісного каналу зв'язку користувач WWW має можливість дивитися телепередачі та слухати радіопередачі, маючи лише ПК з програмним забезпеченням. Навіть звичайні сучасні телевізори мають можливість підключитися до WWW. Якраз завдяки "павутині" всесвітня комп'ютерна мережа Internet стала такою популярною.

В основі WWW лежить поняття гіпертексту. Читаючи звичайну книгу, людина перегортає сторінки одну за однією, доки не дійде до кінця. Текст же гіпертекстової "книги" має спеціальні посилання, що дають можливість миттєво перестрибувати не тільки на будь-яку сторінку даної "книги", а й на сторінки інших, іноді розміщених за тисячі кілометрів, "книг". Це нагадує гігантську бібліотеку, де всі матеріали зберігаються у вигляді розрізнених сторінок, кожна з яких можна переглянути окремо. В такій, на перший погляд

хаотичній, організації закладено колосальні можливості: користувач за допомогою програми перегляду WWW набуває можливості "ковзати" мережею Internet, переходячи від однієї сторінки до іншої. Це полегшує пошук інформації, даючи можливість одночасно вивчати сторінки, розміщені, наприклад, у сусідньому будинку чи за океаном. Можна створити навіть власну "книгу", зв'язавши в одне декілька сторінок. Окремі сторінки в WWW носять назву Web-сторінок.

Спеціальні програми, що взаємодіють з WWW за вказаним вище принципом, називаються WWW-браузером (WWW-browser). Ці програми випускаються різними фірмами. На даний момент найбільш популярними є такі браузери, як Internet Explorer, Google Chrome, Mozilla Firefox та Opera.

Для створення Web-сторінок використовуються спеціальні мови програмування, зокрема, одна із самих простих – HTML (мова гіпертекстової розмітки). Головна мета HTML – описати зовнішній вигляд документа. Для цього в документ вставляють спеціальні коди – дескриптори або теги, які визначають способи форматування тексту та дозволяють зв'язати слова і фрази документа з іншими документами Internet.

У всіх ресурсів Internet, і Web-сторінок зокрема, є своя власна адреса, яка задається у вигляді URL (Uniform Resource Locator — уніфікований локатор ресурсів). URL – це стандарт, прийнятий в Internet для визначення місцезнаходження будь-якого ресурсу. URL складається з трьох частин: схеми, хосту і шляху. Схема описує протокол доступу до ресурсу – протокол передавання гіпертексту HTTP. Якщо ресурсом є файл, то схема має вигляд: file://. Хост — це доменне ім'я комп'ютера, на якому знаходиться ресурс. Шлях — це повна послідовність шляху до кінцевого документу та його ім'я. Імена каталогів відділяються один від одного символом " / ". Приклад URL: <http://www.microsoft.com/windows>. Шлях не є обов'язковим елементом URL. Якщо ввести URL Web-сервера, не вказавши при цьому шлях, то відкриється початкова (головна) сторінка. Кожен Web-сервер має свою головну сторінку, яка відкривається по замовчуванню при звертанні до нього.

Крім цього, Internet пропонує ще багато різних послуг. Одна з них — можливість проведення різних телеконференцій. Для цього в Internet існує так званий **UseNet**, або, простіше кажучи, віртуальна мережа, в якій "живе" величезна кількість електронних телеконференцій. Завдяки цьому тисячі людей можуть спілкуватися між собою одночасно в реальному режимі часу. Як правило, телеконференції розділено за тематикою. В кожній телеконференції йде одночасне обговорення великої кількості питань, причому кожен учасник такого обговорення має можливість висловити свою власну думку з цього питання, а також ознайомитися з думкою інших учасників. І все це протягом лічених годин, не покидаючи свого робочого місця. Наприклад, в телеконференції sei.med йде обговорення наукових питань, пов'язаних з медициною.

Основи телемедицини.

Різні умови, в яких може знаходитись людина, не завжди дозволяють в повній мірі реалізувати її право на надання відповідної медичної допомоги в потрібному місці і в потрібний час. Виникає гостра необхідність об'єднання

зусиль природних, технічних і суспільних наук для забезпечення такого права в більш-менш прийнятному виді. Базою такого об'єднання починає виступати новий міждисциплінарний напрямок – телемедицина. Телемедицина ("tele" з грецької – дистанція) – це використання інформаційних і телекомунікаційних технологій для забезпечення медичної допомоги на відстані. Це поняття містить всі можливі методи і засоби передачі інформації, починаючи від звичайних телефонів і закінчуючи високошвидкісними системам передачі з використанням оптичного волокна, супутників зв'язку або поєднанням технологій наземної і супутникової комунікації.

В даний час всі існуючі напрямки в телемедицині поділяються на такі:

- телеконференції (консультації, допомога в прийнятті рішень і т. ін.);
- моніторинг і біорадіотелеметрія;
- управління станом пацієнта на відстані.

У найпростішому випадку медичні телеконсультації проводять за допомогою звичайного телефонного зв'язку, який забезпечує контакт лікаря на місці зі спеціалістом в даній галузі медицини. При цьому пацієнт може знаходитись на будь-якій відстані від лікаря. Недоліки таких телеконсультацій очевидні, так як неможливо забезпечити безпосередній візуальний контакт з пацієнтом, неможливо використовувати зображення внутрішніх органів і тканин тощо, що значно зменшує ефективність лікувально-діагностичного процесу в такому випадку.

Більш складні телемедичні системи використовують мобільний телефонний зв'язок з можливістю передачі зображень (в найближчому майбутньому і відео), засоби передачі на відстань відео- і аудіоінформації, засоби волоконної оптики, високошвидкісні системи передачі даних, супутники зв'язку, Internet.

Перша телемедична маніпуляція була проведена відомим американським кардіохірургом Майком-де-Бейкі в 1965 році. За допомогою супутника інтерконтинентальних повідомлень та інтерактивних телевізійних систем лікар, який знаходився в кабінеті в США, підготував, спостерігав за проведенням і контролював операцію на відкритому серці, що проводилась в Женеві (Швейцарія).

За допомогою звичайної відеокамери, провідних ліній зв'язку, комп'ютера та відеопроєктора або телевізора можна забезпечити передачу відео- і аудіоінформації на певну відстань.

Подібна телемедична система працює на кафедрі хірургічної стоматології Вінницького національного медичного університету. В операційній встановлена камера з мікрофоном, що дозволяє передавати відеозображення ходу операції з коментарями хірурга в сусідні з операційною навчальні кімнати.

Особливі можливості для проведення телемедичних консультацій забезпечує Internet. Наявність комп'ютера, під'єданого до Internet-мережі, web-камери і відповідного програмного забезпечення дає змогу проведення телеконференції між будь-якими віддаленими точками, які забезпечені аналогічним обладнанням.

Моніторинг – безперервне спостереження за функціональним станом організму (ЕКГ, тиск, пульс, параметри дихання, температура тощо) на протязі

заданого інтервалу часу. Найчастіше моніторинг використовується в передопераційний, операційний та післяопераційний періодах, в критичних та важких станах, у відділеннях реанімації та інтенсивної терапії. Якщо будь-який з параметрів, що спостерігаються, виходить за межі норми, з'являється сигнал тривоги. В ідеалі кожне ліжко у лікарні повинно бути забезпечено засобами моніторингу, які, в свою чергу, з'єднуються у загальну мережу відділення і всієї лікарні. На центральний пост відділення надходить інформація з кожного окремого монітора, яка постійно контролюється медичним персоналом. Найчастіше засоби моніторингу містять центральний блок обробки медико-біологічної інформації (монітор) і набір різноманітних електродів та датчиків для зняття відповідних біосигналів.

Моніторинг Холтера – це запис ЕКГ на протязі 24 годин у звичайних умовах діяльності людини. Датчик Холтера (спеціальний мініатюрний електрокардіограф) закріплюється на пацієнті і з'єднується з електродами, встановленими у відповідних точках тіла. Пацієнт виконує свою звичайну роботу, при цьому на магнітний носій (касету, спеціальний диск) безперервно записується ЕКГ. Через 24 години пристрій знімається, кассета або диск розшифровується на комп'ютері за допомогою відповідного програмного забезпечення. Найчастіше холтерівський моніторинг використовується для виявлення аритмій.

Подібним чином працюють пристрої для добового моніторингу тиску. Через певний заданий час (15, 20, 25, 30 хвилин) на протязі доби автоматично вимірюється тиск і результати вимірів записуються на електронний носій.

У випадку біорадіотелеметрії інформація про функціональний стан організму передається на відстань за допомогою радіохвиль. Принципи передачі інформації розглянуті в попередньому розділі.

Прикладом використання біорадіотелеметрії є ендорадіозондування. При цій методиці мініатюрна капсула з радіопередавачем (ендорадіозонд) ковтається пацієнтом. Капсула містить у собі мікрорадіогенератор, а також датчики температури, тиску і рівня рН середовища. Сигнали від ендорадіозонду сприймаються за допомогою розташованого зовні приймача і після підсилення передаються до реєструючого пристрою. Отриманий сигнал, частота якого залежить від характеристик середовища – температури, тиску, рН дозволяє зробити діагностичний висновок про стан шлунково-кишкового тракту.

Одна з найсучасніших методик біорадіотелеметрії дозволяє отримувати відеозображення шлунково-кишкового тракту. При цій методиці пацієнт ковтає мініатюрну капсулу, що містить у собі відеокамеру і радіопередавач. По мірі проходження капсули по шлунково-кишковому тракту відеозображення передається за допомогою радіохвиль до приймача, закріпленого на пацієнті, а потім переглядається лікарем на спеціальному обладнанні.

Ще одним прикладом біорадіотелеметрії є телекардіографія. При цій методиці мініатюрний електрокардіограф з радіопередавачем закріплюється на пацієнті і з'єднується з електродами, встановленими у відповідних точках тіла. При цьому ЕКГ весь час передається за допомогою радіохвиль до центрального пульта, де її постійно контролює медичний персонал. На відміну від холтерівського моніторингу, при якому розшифрувати ЕКГ можливо тільки

через добу, при телекардіографії відбувається моментальна розшифровка параметрів ЕКГ і у випадку порушень видається сигнал тривоги.

Одна з найсучасніших методик телекардіографії пов'язана з використанням мобільного телефону і мініатюрного кардіографа, що дозволяє у будь-який момент і в будь-якому місці зняти кардіограму і переслати її, використовуючи мобільний телефонний зв'язок, до спеціального центру. Спеціалісти центру розшифровують ЕКГ і в разі потреби надають консультаційну допомогу або висилають транспорт (машину, гвинтокрил, літак, корабель) до місця, де знаходиться пацієнт.

Що стосується управління станом пацієнта на відстані, то розробки у цьому напрямку телемедицини тільки ведуться. Але вже є певні досягнення, пов'язані, наприклад, з управлінням біопротезами. Останні наукові розробки дозволяють навіть управління за допомогою думки. Для цього сканується мозок людини і в залежності від активності тих чи інших ділянок мозку, яка викликана командною думкою, виробляється певний сигнал управління.

Телемедицина може бути використана в медичних підрозділах збройних сил як у мирний, так і у військовий час. Оскільки військові підрозділи можуть бути розосередженими по всьому світу, і багато лікарів знаходяться у віддалених районах або на борту кораблів, а можливість бойових дій, стихій, катастроф завжди існує, телемедицина може ефективно використовуватись у практиці військової медицини – на полі бою, у місці катастрофи тощо.

2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Моніторинг і біорадіотелеметрія

Опис приладу "SIRECUST 732"

1. Призначення.

Прилад "SIRECUST 732" (розробка німецької фірми "SIEMENS") – це стаціонарний цифровий кардіомонітор, який практично розв'язує ряд медичних, технічних і експлуатаційних задач за допомогою застосування мікро-ЕОМ і відповідного програмного забезпечення. Він як діагностично-обчислювальний комплекс дає можливість вимірювати і контролювати біофізичні параметри, що достатньо точно відображають особливості функціонування серцево-судинної системи організму людини (пацієнта) під час проведення інтенсивної терапії. Тому за призначенням цей прилад використовують у клінічних відділеннях кардіології, хірургії, травматології, реанімації тощо.

2. Конструкція та керування. 1

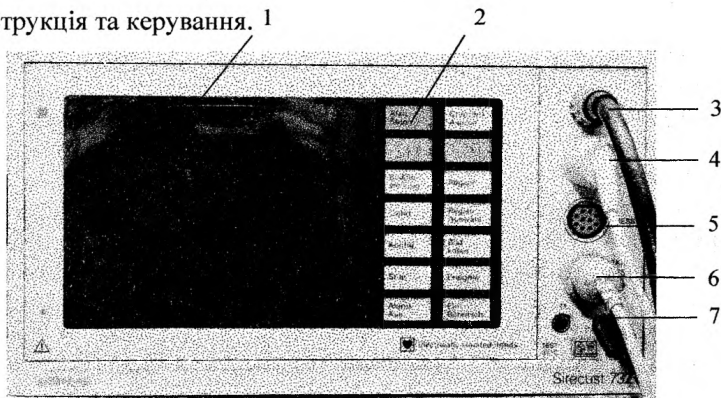


Рис. 5

1 – екран ЕПТ (електронно-променевої трубки), що призначений для візуалізації графічної, цифрової і символної інформації та командних меню;

2 – головне стаціонарне меню, що складається із 14-ти функціональних клавiш, які призначені для швидкого доступу до командних меню, режимів роботи, сигналізації та передачі цифрової інформації на сервісні пристрої (сигналізатори, принтери тощо);

3 – гніздо "NP" для під'єднання до приладу гнучкого шлангу разом з манжеткою, що виконує роль механічного датчика тиску крові;

4 – гніздо "SaO₂ % + PULS" для під'єднання до приладу кабеля з датчиком, що вимірює насичення киснем крові і пульс;

5 – гніздо "PRESS" для під'єднання до приладу кабеля з інвазійним датчиком тиску;

6 – гніздо "EKG+RESP" для під'єднання до приладу кабеля з електродами, що знімають біоелектричні потенціали серця (ЕКГ) і дихання;

7 – гнізда "T1" і "T2" для під'єднання до одного із них кабеля з датчиком температури.

На задній панелі приладу знаходяться: гніздо з під'єднаним до нього шнурком для подачі живлення від електричної мережі напругою ~220 В; клавіша з двома фіксованими положеннями "I" чи "0", відповідно для ввімкнення чи вимкнення живлення приладу; заземлення; блок програмного забезпечення мікро-ЕОМ, а також різні інші гнізда для під'єднання кабелів від сервісних пристроїв.

Ввімкнення приладу до електричної мережі здійснюється наступним чином:

- шнур живлення приладу під'єднати до розетки мережі напругою ~220 В;
- натиснути клавішу "I-0" так, щоб перевести її у положення "I".

При цьому на передній панелі повинна засвітитись сигнальна лампочка (зелене свічення) і пролунають два короткі звукові сигнали (пауза між звуковими сигналами 10 с). Потім через деякий час прогрівання обладнання на екрані приладу висвітлиться повідомлення **STANDBY** – готовий до роботи.

У разі завершення роботи з приладом, його відключення здійснюється таким чином:

- натиснути функціональну клавішу "Ein/Bereitsch", що викликає командне меню;
- натиснути у викликаному меню клавішу "STANDBY" і отримати на екрані – підтвердження **STANDBY** – готовий до роботи;
- натиснути клавішу "I-0" так, щоб перевести її в положення "0" (момент відключення живлення супроводжується достатньо тривалим неперервним звуковим сигналом).

Керування робочими програмами приладу здійснюється за деревоподібним принципом подачі команд, що описуються у висвічуваних на екрані меню. Головні команди управління програмами забезпечують функціональні клавіші, а вивід меню управління параметрами вимірюваних величин, що виводяться в правій частині екрану, відповідно клавішами поєднаними, з символічними зображеннями. Принцип дії вказаних клавіш – сенсорний, тобто вони спрацьовують шляхом дотику до них пальцем. При цьому процес супроводжується коротким звуковим сигналом.

3. Стаціонарні функціональні клавіші.

Назва і призначення стаціонарних функціональних клавіш висвітлюється в меню **HELP (FIXED KEYS)**, що викликаються клавішею **INFO** (див табл. 1).

Таблиця 1

№ п/п	DEUTSCH	HELP (FIXED KEYS)		Адаптований зміст функцій
1	Alarm stop	ALARM SILENCE	ALARM TONE OF 1 MIN	Тимчасове вимкнення звукової сигналізації на 1 хв.
2	Hauptbild	MAIN SCEEN	REMOVE MENU OR TABLE	Виклик Головного меню на екран (діє як ESC)
3	Bildeinstellung	DISPLAY	SWEEP SPEE & DIGN	Виклик меню налаштування параметрів монітора
4	Trend	TREND	SHOW 9 HOW TRENDS	Виклик даних тривалих спостережень (до 9 год.)
5	Konfig.	SETUP	CHANGE SETTING	Виклик меню для налаштування режимів моніторингу
6	STOP	STOP	FREES ALL WAVE-FORMS	Зупинка розгортки та збереження кривих на екрані
7	Alarme Aus	ALARME SUSPEND	ALL ALARM	Відключення програм звукової сигналізації
8	Grenzen/ Alarm	LIMITS/ ALARMS	SET ALARMS & LIMITS	Встановлення меж та сигналізації
9	INFO	HELP	HELP (FIXED)	Виклик довідкової інформації
10	Registr.	RECORD	START TIMED RECORDING	Встановлення тимчасового обмеження функцій самозаписувача (не використовується)

11	Registr. Auswahl	SELECT RECORD	START CONT. RECORDING	Вибір режимів запису (не використовується)
12	Bildkopie	PRINT SCREEN	COPY SCREEN TO REC.	Друк інформації з екрану (не використовується)
13	Ereignis	EVENT	PLACE MARCER IN EKG	Відмітка сигналів міткою “ ” в ЕКГ певних тенденцій
14	Ein/ Bereitsch	ON/ STANDBY	DISCHARGE/ STANDBY	Підготовка приладу до спостережень/ вимкнення

Примітка: Детальний опис роботи з командним меню для керування програмами і розшифровка скорочених назв досліджуваних параметрів дається на робочому столі під час виконання практичної частини.

Робота з приладом "SIRECUST 732"

Завдання №1. Вивчення особливостей роботи з приладом "SIRECUST 732".

1. Вивчити за технологічною картою порядок експлуатації приладу і зробити необхідні записи в протокол.
2. З'ясувати і записати в протокол зміст окремих командних меню керування та розшифровку скорочених назв досліджуваних параметрів.

Завдання №2. Підготовка приладу до роботи.

1. Під'єднати прилад до електромережі напругою ~ 220 В.
2. Ввімкнути прилад і отримати на екрані зображення головної картинки.
3. Керуючись технологічною картою, встановити режим роботи і задати межі вимірюваних параметрів ЕКГ, тиску крові, насичення киснем крові, пульсу і температури, що відповідають біофізичним показникам норми.

Завдання №3. Інструментальний контроль біофізичних параметрів у стані спокою та після фізичного навантаження.

1. Підготувати пацієнта для зняття біофізичних параметрів (див. Технологічну картку).
2. Накласти на пацієнта електроди і датчики.
3. Здійснити контроль досліджуваних параметрів протягом 5-ти хвилин.
4. Запропонувати пацієнту виконати фізичне навантаження шляхом присідання протягом 20-30 секунд.
5. Отримати результати і записати їх у протокол.
6. Здійснити спостереження повернення біофізичних параметрів пацієнта до початкових показників (дані записати в протокол).
7. Записати в протокол висновок про роботу серцево-судинної системи пацієнта.

Завдання №4. Завершення роботи з кардіомонітором "SIRECUST 732".

1. Від'єднати електроди і датчики від пацієнта.
2. Здійснити вимкнення приладу з електромережі.
3. Впорядкувати робоче місце до проведення наступних досліджень.

Робота з телекардіографом

1. Ознайомитись з апаратурою для телекардіографії (рис. 6).
2. Закріпити кардіограф з радіопередавачем на пацієнті.
3. З'єднати кардіографічний кабель з електродами, закріпленими у відповідних точках для зняття ЕКГ.
4. Увімкнути передавальний і приймальний пристрої.
5. Зареєструвати ЕКГ в першому відведенні на відстані 5-10 м від приймального пристрою.
6. Вимкнути передавальний і приймальний пристрої.
7. Закінчити роботу з телекардіографом.

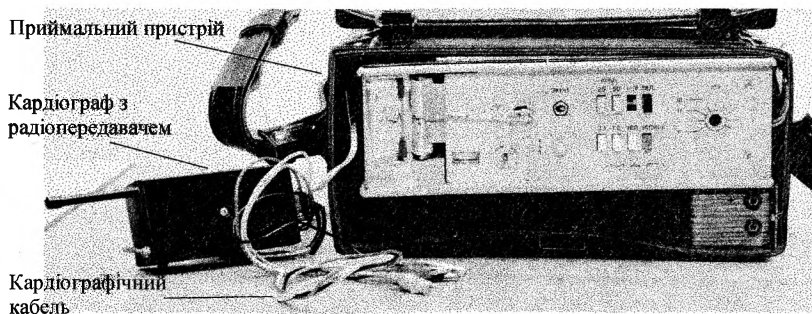


Рис. 6

Телеконсультації в мережі Internet

1. Ознайомитись з обладнанням для проведення телеконсультацій в мережі Internet (рис. 7).

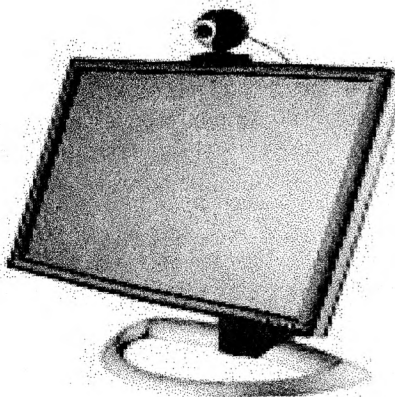


Рис. 7

2. Розділити групу студентів на дві частини, одна з яких залишається в комп'ютерному класі кафедри біофізики, друга разом з іншим викладачем іде в Центр Нових Інформаційних Технологій.

3. Запустити на комп'ютері в класі програму Windows Messenger і заповнити поля текстом:

Електронна пошта: fox254@rambler.ru

Пароль: lintbe03

4. Правою кнопкою графічного маніпулятора вибрати користувача kolia_vsmu@yahoo.com в контекстному меню і активувати пункт "Начать видеобеседу".

5. Натиснути на кнопки "Запустить камеру".

6. На другому комп'ютері (в Центрі Нових Інформаційних Технологій) запустити програму Windows Messenger.

7. Ввести адресу електронної пошти kolia_vsmu@yahoo.com і пароль lintbe03, після чого розпочати бесіду з користувачем fox254@rambler.ru (вибрати пункт "Начать видеобеседу").

7. Завершити спілкування (телеконсультацію) в мережі Internet.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Загальне поняття про мережі ЕОМ, їхнє призначення.
2. Ознаки, які покладено в основу поділу мереж ЕОМ на локальні, глобальні, типу "кільце", "шина", "зірка".
3. Елементи, що складають локальну (глобальну) мережу ЕОМ. Яку функцію виконує кожен з цих елементів?
4. Операційна система мережі (ОСМ), її призначення.
5. Схема передачі даних телефонною мережею. Призначення кожного елемента схеми.
6. Електронна пошта – переваги, спосіб реалізації зв'язку, електронна адреса.
7. Характеристика глобальної комп'ютерної мережі Internet: структура на фізичному рівні, сервери і провайдери.
8. WWW, WWW-браузери, Web-сторінки.
9. Правила пошуку інформації в глобальній комп'ютерній мережі Internet.
10. Інформація та її властивості.
11. Структурний підхід до вимірювання інформації.
12. Статистичний підхід до вимірювання інформації.
13. Семантична теорія інформації.
14. Узагальнена структурна схема системи передачі інформації.
15. Принципи передачі інформації: перетворення, кодування / декодування, модуляція / демодуляція.
16. Основи телемедицини.
17. Телеконференції.
18. Моніторинг і біорадіотелеметрія.
19. Моніторинг Холтера.
20. Телекардіографія.

ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Основні принципи застосування методів статистичного аналізу в клінічній практиці і наукових медико-біологічних дослідженнях.

Досягнення сучасної медичної науки неможливі без аналізу великої кількості фактичного матеріалу — даних клінічного, лабораторного, рентгенологічного, радіологічного та інших методів обстеження.

Об'єктивності оцінки даних сприяють методи математичної обробки цифрових результатів обстежень.

Статистичний аналіз цифрового матеріалу дає можливість виявити не тільки якісні, а й кількісні взаємовідносини між явищами, що вивчаються, виявити значення різних методів для діагностики, цінність лікарських засобів при певному захворюванні, дає наочне кількісне уявлення про етіологію, патогенез, клініку та ефективність лікування залежно від методів і засобів терапії тощо.

Щоб профілактичні та лікувальні заходи були достатньо ефективними, лікар повинен уміти не тільки діагностувати захворювання, а й передбачити ймовірність його виникнення, розвитку та закінчення, тобто володіти наукою і мистецтвом прогнозування.

Лікар, який досліджує масові випадкові події, повинен оволодіти методами відбору, реєстрації, описування і оброблення експериментальних даних.

В основу ефективних систем прогнозування та діагностики захворювань покладено методи теорії ймовірностей і математичної статистики. Без використання цих методів у медицині неможливе вирішення питань об'єктивного порівняння вибірових груп за параметрами, що вивчаються, в досліді та контролі, визначення надійності (вірогідності) безпомилкових прогнозів на основі їх статистичного порівняння, оцінки сили впливу різних факторів на процеси і явища в живому організмі, встановлення закономірностей, притаманних цим явищам, визначення достатньої кількості піддослідних об'єктів тощо.

Математична статистика — це наука, яка безпосередньо пов'язана з теорією ймовірностей і вивчає методи обробки числових даних обстежень: визначення законів розподілення і числових характеристик випадкових величин, встановлення випадковості чи вірогідності результатів в експерименті, планування експерименту тощо.

Застосування статистичних методів у медицині й біології зумовлено наявністю внутрішньовидової мінливості (наприклад, температура здорової людини змінюється в межах 36...37°C) і випадковими похибками вимірювань. Індивідуальна мінливість і випадкові похибки вимірювань так тісно переплетені між собою, що розрізнити і врахувати їх окремо практично

неможливо, але обидва ці явища оцінюються одними й тими ж статистичними законами, в основі яких лежить множина спостережень.

Основними статистичними методами, що застосовуються в медико-біологічних дослідженнях, є:

- **оцінка вірогідності результатів прямих вимірювань** (інтервальна оцінка вимірюваної величини із заданою надійною ймовірністю);
- **оцінка вірогідності відмінностей кількох незалежних вибірок** (різниця їх середніх арифметичних значень);
- **кореляційний і регресійний аналіз двох випадкових ознак.**

Усі названі статистичні методи потребують виконання великої кількості трудомістких обчислювальних операцій. Застосування калькуляторів дещо полегшує виконання обчислень, однак затрати часу все ще залишаються суттєвими.

Найбільш доцільним є застосування персональних комп'ютерів для статистичних розрахунків. Для користувача створюються такі зручності: спілкування ведеться в режимі діалогу; є прості засоби виправлення помилок; програми складаються алгоритмічною мовою високого рівня; результати досліджень подаються в ясній і доступній формі; є зовнішній пристрій запам'ятовування, на який можна помістити на тривале зберігання всі статистичні програми та викликати їх при потребі.

Далі описано основні статистичні методи, що застосовуються в медико-біологічних дослідженнях (з використанням критерію Стюдента).

Основні поняття математичної статистики і числові характеристики випадкової величини

До основних понять математичної статистики належать поняття сукупності, генеральної сукупності і вибірки.

Сукупність – це множина об'єктів дослідження, що об'єднані загальними, суттєвими для цього дослідження властивостями (ознаками).

Кількість об'єктів (елементів) сукупності називають **обсягом (об'ємом) сукупності** і позначають **n** чи **N**.

Сукупності можуть становити певну частину більш загальних (більших) сукупностей. Наприклад, сукупність досліджуваних хворих на пневмонію в одному районі міста є частиною тієї сукупності, яку становлять хворі на пневмонію в усьому місті, а останні – частиною сукупності хворих на пневмонію в області тощо.

Найбільша сукупність обсягом **N**, яка об'єднує всі об'єкти дослідження з загальними, суттєвими для цього дослідження ознаками, називається **генеральною сукупністю**.

При вивченні сукупності прагнуть зробити висновки, які належать до всієї генеральної сукупності. Проте в реальних умовах всю генеральну сукупність, обсяг якої дуже великий ($N \rightarrow \infty$), дослідити неможливо. Тому вивчають тільки частину генеральної сукупності – **вибіркову сукупність**, або просто **вибірку** ($n < N$).

Після вивчення вибірки роблять висновки, які можна перенести на всю генеральну сукупність, але за умови, що вибірка задовольняє вимогам

репрезентативності (від лат. *represento* – представляю). Це означає, що вибірка повинна мати ті самі загальні, суттєві для дослідження ознаки, що і генеральна сукупність.

Репрезентативності вибірки досягають способом **рандомізації** (від англ. *random* – випадок) – випадковим відбором n об'єктів дослідження (що становить вибірку) з генеральної сукупності N .

Істотно, що існує певна похибка репрезентативності, але вона враховується при статичній обробці результатів досліджень.

Розглянемо основні статистичні характеристики випадкової величини у випадку малої вибірки (для $n < 30$).

Середнє арифметичне значення результатів вимірювань:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i,$$

де x_i – значення i -того елемента вибірки (будь-який результат вимірювань);

N – об'єм вибірки (кількість вимірювань).

Середнє арифметичне \bar{x} є найбільш імовірним значенням вимірюваної величини (параметра).

Середнє квадратичне відхилення окремого результату вимірювань від середнього арифметичного:

$$S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}.$$

Середнє квадратичне відхилення S є мірою розкиду (мінливості) окремих результатів вимірювань відносно істинного значення випадкової величини.

Середнє квадратичне відхилення середніх арифметичних значень вибірок від значення досліджуваної величини (стандартна похибка):

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Алгоритми методів статистичної обробки результатів.

Оцінка вірогідності результатів прямих вимірювань

Суть цього методу в тому, що за обчисленими характеристиками \bar{x} і S деякої вибірки ($n < 30$) встановлюють інтервал, в якому з визначеною ймовірністю P міститься значення досліджуваного параметра генеральної сукупності.

Ймовірність P , що визнана за достатню для певного судження про досліджуваний параметр генеральної сукупності на основі вибірових показників, називається **надійною** (тому, на відміну від звичайної ймовірності P , надійну ймовірність часто позначають через α).

Те чи інші значення надійної ймовірності вибирають, виходячи з практичних міркувань і тієї відповідальності, з якою роблять висновки про параметри генеральної сукупності. В медицині, у випадку особливо відповідальних експериментів, вибирають $\alpha = 0,999$; в інших випадках $\alpha = 0,95$.

Математичний алгоритм розглядуваного методу полягає у виконанні таких операцій:

1. Визначають середнє арифметичне результатів вимірювання досліджуваної вибірки \bar{x} .

2. Обчислюють середнє квадратичне відхилення окремого результату вимірювання S .

3. Визначають стандартну помилку $S_{\bar{x}}$.

4. Обчислюють точність (надійні границі помилки) прямого вимірювання (цю величину ще називають півширина (радіус) надійного інтервалу):

$$\delta = t_{\alpha, \nu} \cdot S_{\bar{x}} = t_{\alpha, \nu} \cdot \frac{S}{\sqrt{N}},$$

де $t_{\alpha, \nu}$ – коефіцієнт нормованого відхилення (коефіцієнт або критерій Стюдента), що залежить від кількості ступенів свободи $\nu = n - 1$ і вибраної надійної ймовірності α : 0,95; 0,99 або 0,999.

Коефіцієнт Стюдента визначають за таблицею коефіцієнтів нормованих відхилень $t_{\alpha, \nu}$ (таблиця 1):

Таблиця 1

V, число ступенів свободи	α			V, число ступенів свободи	α		
	0,95	0,99	0,999		0,95	0,99	0,999
1	12,7	63,7	637,0	13	2,2	3,0	4,2
2	4,3	9,9	31,6	14-15	2,1	3,0	4,1
3	3,2	5,8	12,9	16-17	2,1	2,9	4,0
4	2,8	4,6	8,6	18-20	2,1	2,9	3,9
5	2,6	4,0	6,9	21-24	2,1	2,8	3,8
6	2,4	3,7	6,0	25-28	2,1	2,8	3,7
7	2,4	3,5	5,4	29-30	2,0	2,8	3,7
8	2,3	3,4	5,0	31-34	2,0	2,7	3,7
9	2,3	3,3	4,8	35-42	2,0	2,7	3,6
10	2,2	3,2	4,6	43-62	2,0	2,7	3,5
11	2,2	3,1	4,4	63-175	2,0	2,6	3,4
12	2,2	3,1	4,3	≥ 176	2,0	2,6	3,3

5. Визначають надійний інтервал, в якому з попередньо заданою надійною ймовірністю α міститься результат вимірюваної величини (параметра) X :

$$X = \bar{X} \pm \delta_X$$

Даний вираз означає, що значення досліджуваного параметра X з вибраною надійною ймовірністю не вийде за межі інтервалу

$$\bar{X} - \delta_X \leq X \leq \bar{X} + \delta_X$$

Оцінка вірогідності відмінностей середніх арифметичних значень двох незалежних вибірок

Подібна задача нерідко трапляється в медичній практиці.

Використовуючи цей метод, можна встановити, чи різниця двох незалежних вибірок спричинена випадковим фактором, чи вона зумовлена якимось зовнішнім впливом (у тому числі й лікувальним).

Важливість цього методу статистичного оброблення проілюструємо на прикладі.

Вивчалися електрокардіограми 95 осіб одного віку без клінічних ознак захворювань серця (1-а вибірка). Кут α_{QRS} , утворений вектором результуючої напруги з горизонтальною лінією відліку, мав середнє значення $\bar{\alpha}_1 = 50^\circ$, середнє квадратичне відхилення окремого виміру $S = 4,7^\circ$.

У 95 хворих (того ж віку) з ураженням міокарда (2-а вибірка), відповідно:

$$\bar{\alpha}_2 = 47^\circ; S_2 = 3,5^\circ$$

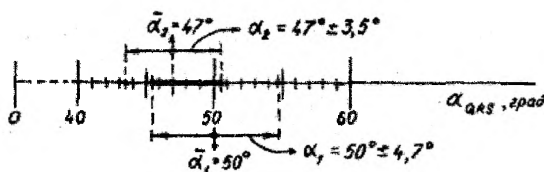


Рис. 1

Показавши ці результати на числовій осі (рис. 1), легко побачити, що певний висновок про вплив ураження міокарда на кут α_{QRS} зробити неможливо, оскільки результати обох вибірок суттєво перекриваються (в інтервалі значень від $45,3^\circ$ до $54,7^\circ$, в який, до речі, потрапляють і середні арифметичні значення двох вибірок). У такому випадку можливий висновок про належність результатів обох вибірок до однієї генеральної сукупності, тобто про те, що немає впливу на кут α_{QRS} ураження міокарда.

Однак описаний нижче статистичний метод дає змогу встановити, що при ураженні міокарда кута α_{QRS} вірогідно ($P > 0,99$) зменшується. Таким чином, кут може слугувати одним із симптомів при ураженні міокарда, що зараз і використовується.

Отже, нехай маємо два набори вимірювань: дослідна група X_1, X_2, \dots, X_{n_1} і контрольна група Y_1, Y_2, \dots, Y_{n_2} , де n_1 і n_2 – кількість вимірювань відповідно першої та другої груп, X і Y – одна й та сама ознака.

Вірогідність відмінностей середніх арифметичних значень результатів вимірювань у цих групах (у випадку $n_1 = n_2 = n$) оцінюють за таким алгоритмом:

1. Визначають середні арифметичні значення для першої і другої груп:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i; \quad \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i$$

2. Визначають середні квадратичні відхилення окремих вимірювань у групах:

$$S_1 = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad S_2 = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}$$

3. Визначають стандартні помилки (стандартне відхилення):

$$S_{\bar{x}} = \frac{S_1}{\sqrt{n_1}}; \quad S_{\bar{y}} = \frac{S_2}{\sqrt{n_2}}$$

4. Обчислюють абсолютне значення різниці середніх арифметичних дослідної і контрольної груп:

$$d = |\bar{X} - \bar{Y}|$$

5. Обчислюють середню помилку різниці:

$$S_d = \sqrt{\frac{S_{\bar{X}}^2 + S_{\bar{Y}}^2}{n}}$$

6. Визначають критерій вірогідності різниці:

$$t_d = \frac{d}{S_d}$$

7. Обчислюють кількість ступенів свободи за формулою

$$v = n_1 + n_2 - 2$$

8. З таблиці 1 для попередньо визначеної кількості ступенів свободи знаходять значення трьох стандартних критеріїв Стюдента t_{st} , що відповідають трьом порогам вірогідності: 0,95; 0,99 і 0,999.

9. Порівнюють критерій вірогідності t_d зі знайденими значеннями критеріїв Стюдента $t_{st(0,95)}$, $t_{st(0,99)}$, $t_{st(0,999)}$.

Якщо виявиться, що:

а) $t_d < t_{st(0,95)}$, то певного висновку про достовірність різниці d зробити не можна. Потрібні додаткові дослідження з більшим n ;

б) $t_{st(0,95)} \leq t_d \leq t_{st(0,99)}$, то вибіркова різниця d вірогідна з ймовірністю $0,95 < P < 0,99$;

в) $t_{st(0,99)} \leq t_d \leq t_{st(0,999)}$, то вибіркова різниця d вірогідна ймовірністю $0,99 < P < 0,999$;

г) $t_d > t_{st(0,999)}$, то вибіркова різниця d вірогідна з ймовірністю $P > 0,999$.

Кореляційний аналіз двох випадкових ознак

Існують два типи зв'язку між ознаками: функціональний і кореляційний. Залежність між ознаками Y і X , при якій одному числовому значенню ознаки X відповідає одне (і тільки одне) числове значення ознаки Y , називається **функціональною**. Така залежність описується у вигляді певного рівняння:

$$Y = f(X)$$

Приклад 1. Струм I на ділянці кола з опором R функціонально пов'язаний з напругою U на цій ділянці у відповідно до закону Ома: $I = \frac{U}{R}$, за яким одному значенню U відповідає одне (і тільки одне) значення струму I (при $R = \text{const}$).

У живій природі набагато частіше існує такий зв'язок між ознаками, коли одному значенню однієї з них відповідає декілька значень іншої. Такий зв'язок дістав назву **кореляційного** (від лат. *correlatio* - зв'язок, відношення).

Приклад 2. При зрості особи $h = 170$ см маса тіла m може бути 70 кг, 65 кг, 72 кг тощо.

Розглянутий нижче метод застосовують, коли треба встановити зв'язок між двома ознаками і визначити його вірогідність. У медичній науці й практиці така задача трапляється найчастіше.

У випадку лінійної кореляції між ознаками X і Y (припускається лінійна залежність Y від X чи X від Y) алгоритм розрахунків за цим методом такий:

1. Обчислюють середні арифметичні значення обох ознак:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i; \quad \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i$$

2 Обчислюють відхилення кожного значення X_i від \bar{X} та Y_i від \bar{Y} :

$$\Delta X_i = X_i - \bar{X}; \quad \Delta Y_i = Y_i - \bar{Y}$$

3. Знаходять суму добутків відхилень:

$$a = \sum_{i=1}^N \Delta X_i \cdot \Delta Y_i$$

4. Обчислюють добуток сум квадратів відхилень:

$$b = \sum_{i=1}^N (\Delta X_i)^2 \cdot \sum_{i=1}^N (\Delta Y_i)^2$$

5. Визначають коефіцієнт парної кореляції (тісноту лінійного зв'язку між ознаками X та Y , або коефіцієнт Пірсона):

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sqrt{(x^2 - \bar{x}^2)(y^2 - \bar{y}^2)}}$$

де N – об'єм вибірки;

x_i, y_i – значення i -того елемента вибірок X та Y відповідно;

\bar{x}, \bar{y} – вибіркові середні X та Y відповідно;

\overline{xy} – середнє значення добутку X_i та Y_i ;

$\overline{y^2}, \overline{x^2}$ – середнє значення квадратів ознак Y та X .

6. Оцінюють глибину (силу) кореляційного зв'язку між ознаками X та Y . Значення коефіцієнта кореляції змінюється від -1 , що відповідає зворотному зв'язку, до $+1$, що відповідає прямо пропорційному зв'язку (значення 0 означає відсутність залежності).

Передумови застосування коефіцієнта кореляції Пірсона:

- 1) Усі спостереження взаємно незалежні;
- 2) Спостереження мають нормальний закон розподілу.

Силу зв'язку оцінюють на основі значення коефіцієнта кореляції за такою шкалою (див. таблицю 2):

Таблиця 2

Значення r	Оцінка зв'язку
$r < 0$	Зворотний зв'язок
$0 \leq r < 0,1$	Зв'язок відсутній
$0,1 \leq r < 0,3$	Слабкий
$0,3 \leq r < 0,5$	Помірний
$0,5 \leq r < 0,7$	Помітний
$0,7 \leq r < 0,9$	Сильний
$0,9 \leq r < 0,99$	Дуже сильний
$0,99 \leq r \leq 1$	Повний (функціональний)

Зауваження. Слід пам'ятати, що коефіцієнт кореляції Пірсона показує тісноту тільки лінійного зв'язку. У випадку більш складних залежностей (нелінійних) коефіцієнт кореляції буде показувати відсутність зв'язку.

Гіпотезу про наявність зв'язку і його вид звичайно висувають на основі аналізу кореляційного поля, яке являє собою зображення у декартовій системі координат елементів вибірок (x_i, y_i) як точок на площині.

7. Обчислюють помилку коефіцієнта кореляції (для $n < 100$):

$$m_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}},$$

де n – кількість пар, що корелюють.

8. Визначають критерій вірогідності коефіцієнта кореляції:

$$t_r = \frac{r}{m_r} = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

9. З таблиці 1 для кількості ступенів свободи $v = n - 2$ визначають стандартні 3 значення критеріїв Стьюдента (критичні значення $t_{кр}$), які відповідають трьом порогам вірогідності: 0,95; 0,99; 0,999.

10. Порівнюють критерій вірогідності коефіцієнта кореляції t_r зі стандартними значеннями критеріїв Стьюдента $t_{кр}$ і роблять висновок про вірогідність коефіцієнта кореляції (аналогічно пункту 9 в розділі "**Оцінка вірогідності відмінностей середніх арифметичних значень двох незалежних вибірок**"). Якщо розрахункове значення t_r більше критичного ($t_r > t_{кр}$), то коефіцієнт кореляції є суттєвим (значущим), тобто досліджуваний зв'язок має не випадковий характер.

Регресійний аналіз

Регресійний аналіз – це метод визначення функції $Y = f(X)$, крива якої найкраще апроксимує (характеризує напрямком розміщення) серію експериментальних точок. В основу цього методу покладено вимогу найбільшої відповідності шуканого рівняння взаємозв'язку ознак X та Y , тобто

функції $Y = f(X)$, графік якої найкраще буде наближатися до точок емпіричної кривої, що побудована за даними досліджу.

Якщо виявлено наявність достатньо сильного лінійного зв'язку між ознаками X та Y , то постає задача знаходження рівняння

$$y = b_1 x + b_0,$$

яке описує цей зв'язок. Розв'язання цієї задачі являє суть регресійного аналізу.

Параметри лінійної регресії b_1 і b_0 розраховуються на основі методу найменших квадратів (суть даного методу полягає в тому, щоб підібрати лінію з такими параметрами b_1 і b_0 , що сума квадратів залишкових відхилень $|y - y_i|$ буде мінімальною). Параметри лінійної регресії розраховуються за формулами:

$$b_1 = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2}, \quad b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x},$$

де \bar{x} , \bar{y} – вибіркові середні добутку X та Y відповідно;

$$\overline{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N x_i y_i \text{ – середнє значення добутку } X_i, Y_i;$$

$$\overline{x^2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N x_i^2 \text{ – середній квадрат } X.$$

Використання статистичних методів при проведенні клінічних досліджень.

Проминув той час, коли застосування статистичних методів в медицині та біології ставилося під сумнів. Статистичні підходи лежать в основі сучасного наукового пошуку, без якого пізнання в багатьох областях науки і техніки неможливе. Нemoжливе воно і в області медицини.

Одним із прихильників застосування статистичних методів в медицині був засновник військово-польової хірургії М.І. Пирогов. У 1849 р., кажучи про успіхи вітчизняної хірургії, він відзначав, що "...використання статистики для визначення діагностичної важливості симптомів і гідності операцій можна розглядати як важливе надбання новітньої хірургії". Крім того, в підручнику по основах військово-польової хірургії він писав: "Я належу до ревних прихильників раціональної статистики і вірю, що доповнення її до військової хірургії є безперечним прогресом".

Отже, статистика, про застосування якої в медицині почали говорити ще в середині XIX століття, і до теперішнього часу залишається могутнім інструментом для отримання науково обґрунтованої інформації в різних областях науки.

Які ж можуть бути наслідки, якщо відмовитись від статистичних методів при проведенні медичних досліджень?

По-перше, неправильно проведене дослідження є неетичним через наступні причини:

- випробовувані (люди або тварини) піддаються невиправданому ризику;

- неефективно використовуються матеріальні ресурси (фінансові, тимчасові та інші), вони могли б бути направлені на вирішення інших важливих проблем;
- публікація неправильних результатів може вплинути на напрям проведення інших досліджень;
- ухвалення рішення щодо лікування пацієнта на підставі результатів таких досліджень може завдати йому шкоди.

По-друге, важливими чинниками, які спонукають вчених до належного застосування статистичних методів в медико-біологічних дослідженнях, є глобалізація і поглиблення міжнародної співпраці.

Клінічні дослідження (КД) – це інструмент для отримання доказів ефективності та безпеки методів лікування. Планування і проведення КД без статистичних методів неможливе.

На першому етапі планування розробляють дизайн (план) КД з точки зору статистики: наступними кроками є оптимізація вибраного дизайну з врахуванням систематичної помилки; перенесення результатів, отриманих у вибірці, на всю генеральну сукупність; вибір методу статистичного аналізу з врахуванням ряду обмежень.

Оптимізація дизайну

Після того, як в загальному дизайн (план) випробовування вибраний, потрібно вжити заходи для оптимізації його з точки зору статистичних параметрів. Для цього потрібно:

- зробити мінімізацію зміщення оцінки результатів (мінімізація систематичної помилки);
- досягнути максимально можливої точності оцінки результатів;
- обґрунтувати можливість розповсюдження результатів на всю генеральну сукупність.

Розглянемо, яким чином можна ліквідувати або врахувати вплив систематичної помилки. Систематичною помилкою називається випадкове, однаковим чином відхилення результатів випробовувань від істинних значень.

Графічна інтерпретація систематичної помилки показана на рисунку 2.

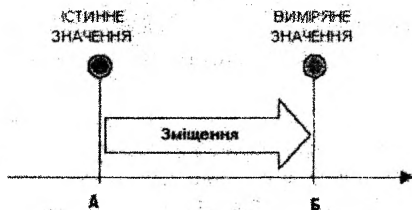


Рис. 2

Систематична помилка (зміщення) буває різних видів. Наприклад, це може бути помилка, пов'язана з порушенням правил відбору одиниць із генеральної сукупності, тобто виникає при недотриманні принципу незалежного відбору. Наявність такого типу помилки може призвести до повної непридатності результатів спостереження. Для того, щоб не виникали зміщення і була

можливість отримати надійні дані, використовують організаційні методи (наприклад, рандомізація, маскування виду терапії та інші), а також внесення поправок, які враховують величину систематичних помилок.

Різновидом систематичної помилки при метааналізі є помилка, яка виникає у зв'язку з великою кількістю публікацій позитивних результатів і невеликою – негативних результатів досліджень.

При проведенні порівняльних КД декількох методів лікування дана помилка може виникати через:

- систематичні відмінності в порівнюваних групах (зміщення, пов'язане зі способом формування вибірки);
- впливу будь-яких побічних факторів або супутнього лікування, крім досліджуваного методу лікування (систематична помилка, пов'язана з проведенням дослідження);
- методу виявлення результатів (зміщення, пов'язане з виявленням результатів).

Наявність систематичної помилки не обов'язково обумовлена упередженістю дослідника, наприклад, через бажання отримати певні результати.

Основними методами усунення систематичної помилки при проведенні КД є наступні: наявність групи порівняння, маскування методу лікування як для пацієнтів, так і для дослідників, використання рандомізації.

Маскування методу лікування може бути різним:

- **просте сліпе дослідження** – пацієнту невідомо, який метод лікування для нього використовувався;
- **подвійне сліпе дослідження** – ні пацієнт, ні лікар, який оцінює результат, не знають метод лікування;
- **потрійне сліпе дослідження** – метод лікування конкретної групи не знають ні хворий, ні лікар, ні біостатистик, який обробляє дані.

Потужним засобом для боротьби з систематичними помилками є рандомізація.

Рандомізація – це процес випадкового розподілу пацієнтів в групи лікування з метою виключити будь-яку необ'єктивність і пов'язане з нею імовірнісне зміщення оцінки. З допомогою рандомізації дослідник намагається забезпечити неупередженість при формуванні груп. Рандомізація гарантує, що наші схильності та переваги не вплинуть на формування груп з різними методами лікування.

Основою рандомізації є випадковість. Прикладом генерації випадкових подій можуть бути: кидання грального кубика або монети, розіграш лотереї, таблиця випадкових чисел, генерування випадкових чисел на комп'ютері тощо.

На практиці, при розподілі пацієнтів на групи, розрізняють такі види рандомізації:

а). Фіксована рандомізація:

- проста;
- блокова;
- стратифікована.

б). Динамічний розподіл:

- метод "несиметричної монети";
- адаптивна рандомізація.

Фіксована рандомізація – це така рандомізація, коли на основі випадкових чисел, отриманих або з таблиць, або за допомогою комп'ютера, пацієнтам призначають тип лікування. У випадку простої рандомізації додаткові фактори не враховуються, а кожен пацієнт має шанс 50 на 50 потрапити в ту чи іншу групу. Однак при такій рандомізації, якщо тільки пацієнти не підбираються по парах, може виникати дисбаланс.

При **блоковій рандомізації** пацієнтів спочатку розподіляють по блоках, а потім всередині блоків проводять випадковий розподіл піддослідних на групи.

Стратифікована рандомізація проводиться з врахуванням шарів (страт), на які поділяється сукупність за будь-якими ознаками, наприклад за статтю, за віком або іншими, з метою досягнути більшої репрезентативності вибіркової сукупності. Однак, стратифікована рандомізація також не дозволяє повністю уникнути дисбалансу між групами (особливо, якщо дослідження проводяться на пацієнтах, які прибувають в різний час і остаточне число пацієнтів в кожній групі до кінця набору невідоме).

Для подальшого зменшення дисбалансу між групами використовується **концепція "несиметричної монети"**, запропонована в 1971 році Ефроном, яку потім розвивали Покок і Саймон. При використанні цієї концепції, якщо пацієнт, що прибуває, відноситься до групи, в якій більшості хворих призначено лікування одного типу, а меншості – інше, то йому з імовірністю $p > 0,5$ буде призначатися лікування, яке отримала менша частина пацієнтів. Імовірність призначення йому лікування, яке отримала більша частина хворих, буде $p < 0,5$. Якщо кількість пацієнтів, які отримали лікування одного типу, дорівнює кількості пацієнтів, які отримали лікування іншого типу, то новому пацієнту призначається лікування з імовірністю $p = 0,5$. На практиці, при використанні даного методу, користуються імовірністю $p = 2/3$.

Адаптивна рандомізація використовується в адаптивних КД, в яких проводять лікування таким чином, щоб до кінця випробовувань більша кількість пацієнтів пройшли курс лікування, який вважається більш ефективним, а менша кількість – менш ефективний курс лікування.

Фіксована рандомізація виконується одним із способів:

- використання списку кодів;
- використання запечатаних конвертів;
- за пронумерованим препаратом.

При динамічному розподілу по групах використовується наступні способи центральної рандомізації:

- засобами телефонного зв'язку;
- за назвою препарату;
- за номером лота.

Генеральна сукупність. Узагальнення результатів.

Метою будь-якого наукового дослідження є перенесення результатів, отриманих на вибірці, на всю генеральну сукупність. Для підвищення точності

оцінки і забезпечення можливості узагальнити результати на всій генеральній сукупності важливими є наступні моменти:

1. Вибір адекватного методу вимірювання/оцінка.
2. Розрахунок вибірки для рівня значущості не більше 0,05% і потужності не менше 80%.
3. Перевірка потужності отримуваних висновків шляхом зворотного розрахунку за реальними даними.
4. Вибір відповідного методу статистичного аналізу.

Можливість розповсюдження результатів КД на всю генеральну сукупність ґрунтується на теорії статистичного висновку. На рисунку 3 показано схематичне зображення застосування теорії статистичного висновку в клінічних дослідженнях.

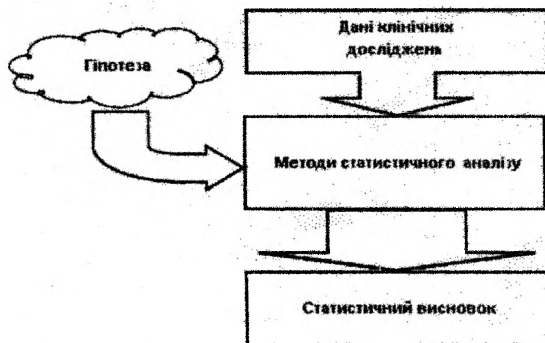



Рис. 3

Статистичний висновок – це перенесення висновків, зроблених в результаті статистичного аналізу вибірових даних, на генеральну сукупність. Однак, плануючи перенести результати досліджень на всю генеральну сукупність, потрібно враховувати ймовірність помилки.

Крім того, існують дві помилки, які можна допускати при прийнятті або відхиленні статистичної гіпотези. Розглянемо це на прикладі роботи суду. При судовому розслідуванні злочину суддям невідома істина, і вони хочуть її встановити. При цьому вони не застраховані від помилки. Варіанти помилок, які можна допустити при прийнятті рішення в результаті судового розслідування, наведені в таблиці 3.


Таблиця 3

		ІСТИНА	
		Винен	Не винен
Висновки	Винен	Справедливо засуджений	Помилково засуджений
	Не винен	Помилково виправданий	Справедливо виправданий

Як видно із таблиці, існує імовірність як засудити невинного, так і виправдати винного.

Аналогічна ситуація виникає при перевірці статистичної гіпотези відносно перевірки ефективності способу лікування. Варіанти рішень, які можна прийняти, і варіанти помилок, які при цьому можна допустити, наведені в таблиці 4.

Таблиця 4

		ІСТИНА: спосіб лікування	
		Ефективне	Не ефективне
Висновки	Ефективний	Істинно ефективно	Помилка 1-го роду
	Не ефективний	Помилка 2-го роду	Істинно не ефективно

Таким чином, при перевірці статистичної гіпотези існує ймовірність допустити дві помилки – помилку 1-го роду і помилку 2-го роду.

Помилка 1-го роду – це імовірність того, що висновок про виявлені нами розбіжності методів лікування являються помилковими. Іншими словами, це ймовірність справедливості нульової гіпотези про відсутність розбіжностей. Щодо ймовірності допустити дану помилку можна сказати наступне:

1. При статистичному аналізі задається гранична ймовірність зробити помилку 1-го роду, яка називається рівнем значущості α .

2. На практиці досить часто рівень значущості приймають рівним 0,05. Це означає, що допускається ймовірність помилки в 5 % випадків.

Потрібно відмітити, що мова йде про так звану нульову гіпотезу. В нашому випадку нульова гіпотеза – це припущення про відсутність розбіжностей між випробовуваними методами лікування. Треба звернути особливу увагу на ймовірність, що позначається як " p ". Так що ж таке " p "? Це – ймовірність справедливості нульової гіпотези або, іншими словами, досягнутий в експерименті рівень значущості. Згідно правила перевірки нульової гіпотези, якщо $p < \alpha$, то гіпотеза відхиляється.

Завжди треба пам'ятати, що значення " p " не може бути доказом ефективності лікування. Значення $p < 0,05$ свідчить тільки про те, що розбіжності між групами не випадкові, але статистична значимість виявлених розбіжностей може і не бути клінічно значущою. Припустимо, якщо величина систолічного артеріального тиску в результаті застосування препарату знизилась з 180 до 170 мм. рт. ст., то при більшій вибірці це зниження буде статистично значущим, і в той же час клінічного значення воно мати не буде.

Особливу увагу слід приділити можливості виникнення ефекту множинних порівнянь. Це ефект, який виникає при послідовному попарному порівнянні більш ніж двох вибірок, внаслідок чого збільшується ймовірність допустити помилку 1-го роду. Для боротьби з ефектом множинних порівнянь застосовують наступні методи: використання поправки Бонферроні та

використання методів множинних порівнянь. Суть поправки Бонферроні полягає в тому, що якщо ви виконаєте k порівнянь, то шукати розбіжності необхідно при рівні значущості в k разів меншому, ніж початково заданий. Тобто, якщо в загальному випадку ви хочете перевірити статистичну гіпотезу при рівні значущості, який дорівнює 0,05, то для кожного окремого порівняння потрібно брати рівень значущості $0,05/k$.

Помилка 2-го роду – це ймовірність зробити висновок про те, що два досліджуваних методи лікування являються еквівалентними, в той час як в дійсності один метод лікування ефективніший за інший.

Використовуючи юридичну термінологію, можна сказати, що помилка 2-го роду – це ймовірність відпустити винного на волю (наприклад, за недостатністю доказів). Дана помилка зазвичай позначається символом " β " і її гранична величина на практиці задається рівною 0,2.

Велике значення при КД має потужність. **Статистична потужність** – це ймовірність виявити розбіжності, які цікавлять, якщо вони дійсно існують. Математично потужність визначається таким виразом:

$$\text{ПОТУЖНІСТЬ} = 1 - \beta,$$

де β – помилка 2-го роду.

Інша назва потужності – **чутливість**. Чутливість залежить від величини розбіжностей, розкиду даних і об'єму вибірки. Зазвичай її беруть рівною нижче 80 %. На чутливість впливають такі фактори:

- рівень значущості α (зі зменшенням рівня значущості буде зменшуватись чутливість);
- відношення величини розбіжностей до стандартного відхилення (чим більше це відношення, тим більш чутливий критерій);
- об'єм вибірок (чим більший об'єм, тим вища чутливість критерію);
- застосований статистичний критерій (для різних критеріїв чутливість обчислюється по різному).

Важливу роль для отримання корисної інформації відіграє розмір вибірки. Необхідний розмір вибірки – це мінімально достатня кількість піддослідних для отримання клінічно і статистично значущих результатів КД.

Для визначення розміру вибірки потрібно оцінити наступні параметри:

- гіпотеза, що перевіряється (одностороння/двостороння);
- рівень значущості;
- потужність статистичного критерію;
- дизайн КД;
- тип головної змінної;
- варіабельність значень головної змінної;
- величина клінічно значущого ефекту.

Детальніше розглянемо три останніх параметри.

Головна змінна – це змінна, за якою в кінцевій точці робиться основний висновок КД про ефективність і/або безпеку препаратів, що порівнюються.

Варіабельність – це величина, яка характеризує відхилення індивідуальних значень від середнього значення в групі лікування.

Величина клінічно значущого ефекту – це мінімальна клінічно значуща різниця між групами лікування в кінцевій точці по головній змінній.

Важливе значення для розрахунку розміру вибірки має тип головної змінної.

На рисунку 4 схематично зображені типи змінної в залежності від шкали, в якій вони вимірюються.

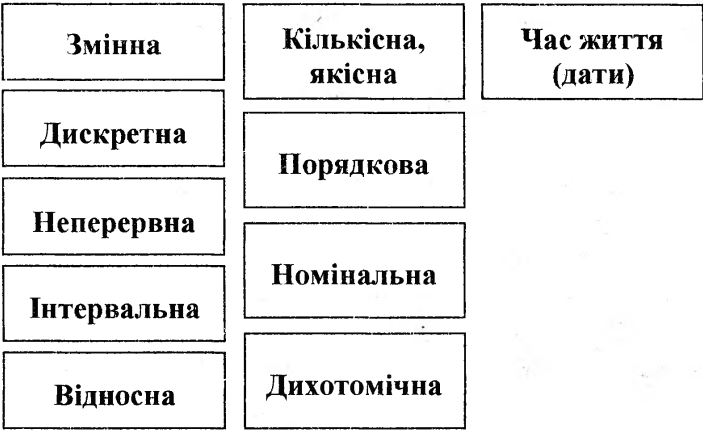


Рис. 4

Методи статистичного аналізу

Для того, щоб визначитись, який метод статистичного аналізу використовувати, треба врахувати всі можливі обмеження.

В таблиці 5 наведені дані, які дозволяють вибрати потрібний статистичний метод в залежності від типу змінної і розподілу, а також від поставленої задачі.

Таблица 5

Характер ознаки	Тип і задачі дослідження				
	Дві групи (порівняння ефективності)	Більше двох груп	Одна група до і після лікування	Одна група і декілька видів лікування	Зв'язок ознак
Кількісний (розподіл нормальний)	Критерій Стьюдента	Дисперсійний аналіз і параметричні методи множинних порівнянь	Критерій Стьюдента для зв'язаних вибірок	Дисперсійний аналіз повторних вимірювань	Кореляційний і регресійний аналіз
Кількісний (розподіл відмінний від нормального)	вох вибірковий критерій Уїлкоксона, критерій знаків	Критерій Краскала-Уолліса, медіанний, рангових сум Фрідмана	Знаковий, одновибірковий, критерій Уїлкоксона	Критерій Фрідмана	Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена або Кендалла
Якісний	Критерій χ^2	Критерій χ^2	Критерій Мак-Німара	Критерій Кокрена	Коефіцієнт спряженості
Порядковий	Критерій Манна-Уїтні-Уїлкоксона	Критерій Траскала-Уолліса, медіанний, рангових сум Фрідмана	Знаковий одновибірковий критерій Уїлкоксона	Критерій Фрідмана	Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена або Кендалла
Дані про виживання	Критерій Гехана, логранговий критерій				Модель пропорційних інтенсивностей Кокса, експоненціальна і логнормальна регресія

2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання №1. Запуск табличного процесора Excel.

Запустити ПЕТ MS Excel і відкрити файл Statistica.xls, який розташований на диску D в папці Student.

На листі **База** подано дані про вуглекислоту CO_2 в альвеолярному повітрі (діапазон B2:B21), насичення крові киснем O_2 (діапазон C2:C21) при ударному серцевому викиді V (діапазон D2:D21) під час операції (нефректомія) під наркозом та в нормі VN (діапазон E2:E21).

Завдання №2. Інтервальна оцінка прямих вимірювань

Провести інтервальну оцінку прямих вимірювань.

1. Перейти на лист **Інтервальна оцінка** (див. зразок на рис. 5).

№ пп	CO_2 , об %	Середнє арифметичне	Дисперсія	Стандартне відхилення	Надійшли інтервал	Імовірність	0.95	0.99	0.999
1	51								
2	51								
3	53								
4	58								
5	54								
6	57								
7	62								
8	59								
9	51								
10	49								
11	58								
12	60								
13	62								
14	58								
15	52								
16	63								
17	59								
18	55								
19	56								
20	53								
21	51								

Рис.5

2. У комірку E1 занести формулу для розрахунку середнього арифметичного значення вибірки (використати вбудовану функцію **СРЗНАЧ**). Для цього:

- вибрати в головному меню пункт **Вставка**, а в ньому команду **Функція**; в результаті відкриється майстер функцій;
- вибрати категорію **Статистические**;
- за допомогою полоси вертикальної прокрутки знайти функцію **СРЗНАЧ**, вибрати її і натиснути ОК;
- у вікні **Аргументы функции** ознайомитись з довідкою по даній функції;

- в рядку **Число 1** ввести діапазон B2:B21 (на англійській мові) (або виділити діапазон при натиснутій лівій кнопці миші);
- натиснути клавішу ОК. В результаті в комірці E1 отримаємо середнє значення вибірки CO_2 .

3. У комірку E2 занести формулу для розрахунку значення дисперсії (використати вбудовану функцію **ДИСП**).

4. У комірку E3 занести формулу для розрахунку значення стандартного відхилення (використати вбудовану функцію **СТАНДОТКЛОН**).

5. У комірку E6 занести формулу для розрахунку довірчої (надійної) границі, яка на Excel записується у вигляді

"=ДОВЕРИТ(1-E5;\$E\$3;\$A\$21)".

6. Скопіювати дану формулу у комірки F6 і G6 для автоматичного розрахунку надійної границі при інших значеннях надійної ймовірності.

7. У комірку E7 занести формулу для розрахунку мінімального значення надійного (довірчого) інтервалу, яка на Excel записується у вигляді "=\$E\$1-E6".

8. Скопіювати дану формулу у комірки F7 і G7 для автоматичного розрахунку мінімального значення надійного (довірчого) інтервалу при інших значеннях надійної ймовірності.

9. У комірку E8 занести формулу для розрахунку максимального значення надійного (довірчого) інтервалу, яка на Excel записується у вигляді "=\$E\$1+E6".

10. Скопіювати дану формулу у комірки F8 і G8 для автоматичного розрахунку максимального значення надійного (довірчого) інтервалу при інших значеннях надійної ймовірності.

11. Записати в протокол *вираз для надійного інтервалу прямих вимірювань випадкової величини* у вигляді $\bar{X} - \delta_x \leq X \leq \bar{X} + \delta_x$, підставивши замість \bar{X} позначення CO_2 . Висновок записати в протокол.

12. Провести інтервальну оцінку прямих вимірювань, використовуючи значення інших 3-х вибірок, попередньо скопіювавши їх на робочому листі **База**. Для цього по черзі скопіювати діапазон C1:C21 та вставити його в робочому листі **Інтервальна оцінка** замість діапазону B1:B21. При цьому відбудеться автоматичний перерахунок значень надійного інтервалу даної величини (O_2). Записати в протокол *вираз для надійного інтервалу прямих вимірювань випадкової величини* у вигляді $\bar{X} - \delta_x \leq X \leq \bar{X} + \delta_x$, підставивши замість \bar{X} позначення O_2 . Висновок записати в протокол.

Завдання №3. Оцінка достовірності відмінностей (різниці) середніх арифметичних двох вибірок.

Оцінити достовірність різниці середніх арифметичних двох вибірок.

1. Перейти на лист **Достовірність різниці** (див. зразок на рисунку 6).

2. У комірку F2 занести формулу для розрахунку середнього арифметичного значення першої вибірки (V), яка на Excel має вигляд "={СРЗНАЧ(B2:B21)}".

Microsoft Excel - Statistics

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

80% Arial Cyr 10 Ж А Ч

M25

	A	B	C	D	E	F
1	№ п/п	V, кл	VN, кл в нормі		Величина	Значення
2	1	45	51		Середнє значення вибірки 1	
3	2	48	53		Середнє значення вибірки 2	
4	3	44	59		Стандартне відхилення вибірки 1	
5	4	54	54		Стандартне відхилення вибірки 2	
6	5	50	57		Абсолютне значення різниці середніх арифметичних	
7	6	51	62		Середня помилка різниці	
8	7	51	59		Критерій вірогідності різниці t_d	
9	8	60	51		Кількість ступенів свободи	
10	9	47	49		Перший поріг вірогідності	0.95
11	10	50	58		Другий поріг вірогідності	0.99
12	11	48	60		Третій поріг вірогідності	0.999
13	12	52	62		Значення критерію Стюдента $t_{\text{критичне 1}}$	
14	13	53	66		Значення критерію Стюдента $t_{\text{критичне 2}}$	
15	14	46	52		Значення критерію Стюдента $t_{\text{критичне 3}}$	
16	15	54	63			
17	16	47	69			
18	17	44	55			
19	18	56	56			
20	19	51	63			
21	20	49	51			
22						

Интерв.оцінка Достовірність різниці Корел

Готово NUM

Рис. 6

3. У комірку F3 занести формулу для розрахунку середнього арифметичного значення другої вибірки (VN), яка на Excel має вигляд "**=CP3HAЧ(C2:C21)**".

4. У комірку F4 занести формулу для розрахунку стандартного відхилення першої вибірки, яка на Excel має вигляд "**=СТАНДОТКЛОН(B2:B21)**".

5. У комірку F5 занести формулу для розрахунку стандартного відхилення другої вибірки, яка на Excel має вигляд "**=СТАНДОТКЛОН(C2:C21)**".

6. У комірку F6 занести формулу для розрахунку абсолютного значення різниці середніх арифметичних двох вибірок, яка на Excel має вигляд "**=ABS(F2-F3)**".

7. У комірку F7 занести формулу для розрахунку середньої помилки різниці, яка на Excel має вигляд "**=КОРЕНЬ(F4*F4+F5*F5)/СЧЕТ(B2:B21)**".

8. У комірку F8 занести формулу для розрахунку критерію вірогідності різниці середніх арифметичних двох вибірок t_d , яка на Excel має вигляд "**=F6/F7**".

9. У комірку F9 занести формулу для розрахунку кількості ступенів свободи, яка на Excel має вигляд "**=СЧЕТ(B2:B21)+СЧЕТ(C2:C21)-2**".

10. У комірку F13 занести формулу для розрахунку критичного значення критерію Стюдента для надійної ймовірності 95%, яка на Excel має вигляд "**=СТЮДРАСПОБР(1-F10;СЧЕТ(\$B\$2:\$B\$21)-2)**". Скопіювати формулу розрахунку критичного значення критерію Стюдента в комірки F14 та F15. Абсолютне посилання на комірки діапазону B2:B21 необхідне для автоматичного перерахунку значень цих коефіцієнтів при інших значеннях ймовірностей після копіювання даної формули у комірки F14 та F15.

11. Для автоматичного отримання правильної відповіді щодо ймовірності, з якою достовірна різниця середніх арифметичних значень двох вибірок, у комірку F18 потрібно ввести формулу:

"=ЕСЛИ(F8>F15;"0,999";ЕСЛИ(F8>F14;"0,99";ЕСЛИ(F8>F13;"0,95";"<0,95")))"

14. Результат продемонструвати викладачеві та записати в протокол *висновок про достовірність різниці між середніми арифметичними значеннями двох вибірок – V та VN.*

Завдання №4. Однофакторний кореляційно-регресійний аналіз двох випадкових ознак.

Провести кореляційно-регресійний аналіз результатів вибірок двох випадкових ознак.

1. Перейти на лист **Корел.-регр. аналіз** (див. зразок на рис. 7).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	№ п/п	CO ₂ , об %	O ₂ , об %	X(i)-Xсеред	Y(i)-Yсеред	ΔX(i)=X(i)-Xсеред	ΔX(i)*ΔX(i)	ΔY(i)=Y(i)-Yсеред	ΔY(i)*ΔY(i)	
2	1	5.2	81							
3	2	5.6	86							
4	3	6.1	82							
5	4	4.5	90							
6	5	5.4	86							
7	6	4.8	88							
8	7	4.7	89							
9	8	3.2	94							
10	9	4.5	87							
11	10	5.0	87							
12	11	5.6	86							
13	12	4.5	89							
14	13	4.2	88							
15	14	4.4	86							
16	15	5.6	83							
17	16	5.8	91							
18	17	3.9	88							
19	18	6.1	86							
20	19	4.8	93							
21	20	5.2	81							
22										
23		Середнє значення				Суми відповідних добутків				
24										
25										

Рис.7

2. У комірки B24 і C24 ввести формули для розрахунку вибірових середніх \bar{X} та \bar{Y} відповідно (використати функцію **СРЗНАЧ**).

3. У комірку D2 ввести формулу для розрахунку відхилення x_i від \bar{x} , $\Delta x_i = x_i - \bar{x}$ ("=B2-\$B\$24"), а у комірку E2 - для розрахунку відхилення y_i від \bar{y} ("=C2-\$C\$24"). Скопіювати (розтягнути) введені формули на відповідні діапазони D3:D21 і E3:E21.

4. У комірках F2, G2, H2 створити формули для розрахунку відповідно: добутку відхилень вибірових значень $\Delta x_i \cdot \Delta y_i$ ("=D2*E2"); квадрату

відхилення Δx_i^2 ("=D2*D2"), квадрату відхилення Δy_i^2 ("=E2*E2"). Створені формули розтягнуті на відповідні діапазони і F3:F21; G3:G21; H3:H21.

5. У комірки F24, G24, H24 ввести формули для обчислення сум: $\sum_{i=1}^N \Delta x_i \cdot \Delta y_i$ ("=СУММ(F2:F21), $\sum_{i=1}^N \Delta x_i^2$ ("=СУММ(G2:G21), $\sum_{i=1}^N \Delta y_i^2$ ("=СУММ(H2:H21).

6. У комірку K10 ввести формулу для розрахунку коефіцієнта кореляції "=F24/(КОРЕНЬ(G24*H24))" за допомогою майстра функцій (функція **КОРЕНЬ** належить до категорії "Математические").

7. Ввести формулу для розрахунку критерію значущості коефіцієнта кореляції. Для цього обрати комірку K13 і ввести у неї формулу "=ABS(K10*КОРЕНЬ((СЧЁТ(B2:B21)-2)/(1-K10*K10)))".

Примітка.

а). В даному випадку використання функції **СЧЁТ** необхідне для підрахунку кількості елементів однієї з вибірок. Формула для розрахунку критерію значущості коефіцієнта кореляції може бути записана і так: "=ABS(K10*КОРЕНЬ((A21-2)/(1-K10*K10)))".

б). Використання в даному випадку абсолютного значення критерію значущості коефіцієнта кореляції справедливе тому, що його необхідно буде порівнювати з критичними значеннями критерію $t_{\text{крит}}$, які завжди будуть додатними числами.

8. У комірки K16, K17, K18 ввести формули для знаходження критичних значень критерію $t_{\text{крит}}$. Для цього:

- обрати комірку K16 і ввести формулу
"=СТЮДРАСПОБР(1-K5;СЧЁТ(\$B\$2:\$B\$21)-2)";
- скопіювати формулу з комірки D20 у комірки D21 і D22.

Завваження. Зверніть увагу, що аргументом функції **СТЮДРАСПОБР** є рівень значущості α , який розраховується через заданий рівень надійності γ (комірки D20-D22):

$$\alpha = 1 - \gamma.$$

18. На основі отриманих значень коефіцієнта кореляції r , розрахункового значення критерію вірогідності коефіцієнта кореляції t_r і критичних (стандартних) значень критеріїв Стюдента $t_{\text{крит}}$ для трьох значень надійності $\gamma_1=0,95$, $\gamma_2=0,99$, $\gamma_3=0,999$ зробити *висновок про вид і глибину кореляційного зв'язку та його значущість*. Результат занести до протоколу.

Завдання №5. Розрахунок коефіцієнта кореляції за допомогою функції КОРРЕЛ.

1. Перейти на лист **КОРРЕЛ**.

2. У комірку F5 ввести формулу "=КОРРЕЛ(B2:B21; C2:C21)", для чого:

- обрати комірку F5 і викликати майстра функцій;
- у категорії "Статистические" обрати функцію **КОРРЕЛ**;
- для функції **КОРРЕЛ** в якості аргументу *Массив 1* задати діапазон B2:B21, а в якості аргументу *Массив 2* – діапазон C2:C21;

- дати ЛК на кнопці ОК вікна майстра функцій і отримати результат у комірці F5.

3. Порівняти значення коефіцієнта кореляції, отримане за допомогою вбудованої функції **КОРРЕЛ**, та розраховане в попередньому завданні. Зробити *висновок про ефективність, простоту та швидкість знаходження коефіцієнта кореляції різними способами*, записати його в зошит.

Завдання №6. Розрахунок коефіцієнтів рівняння лінійної регресії.

1. Перейти на лист **Коеф. р-ня регресії**.
2. У комірки B24 та C24 ввести формулу для розрахунків середніх значень відповідних величин (CO_2 та O_2). Для цього потрібно скористатись вбудованою формулою **СРЗНАЧ**, вказавши необхідні діапазони даних.
3. У комірку D2 ввести формулу обчислення добутку відповідних елементів вибірок " $\text{B2}*\text{C2}$ ", після чого розтягнути формулу на діапазон D3:D21.
4. У комірку E2 ввести формулу обчислення квадрату елементів вибірки X " $\text{B2}*\text{B2}$ ", розтягнути її на діапазон E3:E21.
5. У комірку D24 ввести формулу для обчислення середнього значення добутку X_i*Y_i за допомогою функції **СРЗНАЧ**. Для цього:
 - обрати комірку D24, викликати майстра функцій і обрати функції **СРЗНАЧ** (категорія "Статистические");
 - задати в якості аргументе *Число 1* діапазон D1:D23, дати ЛК на командній кнопці ОК і отримати результат у комірці D24.

Зуваження. Зверніть увагу, що діапазон D1:D23, який є аргументом функції, містить не тільки чисельні значення елементів вибірки X, але і символічні константи (вміст комірок D1 та D23). Тим не менш функція **СРЗНАЧ** правильно обчислює середнє значення, оскільки вона аналізує значення аргументів та ігнорує нечислові (логічні, текстові, порожні комірки тощо) значення.

6. Аналогічно пункту 5 ввести у комірку E24 формулу для розрахунку середнього значення квадрату елементів вибірки X "**СРЗНАЧ**(E1:E23)".

7. У комірку H4 занести формулу для обчислення коефіцієнта b_1 : " $(\text{D24}-\text{B24}*\text{C24})/(\text{E24}-\text{B24}*\text{B24})$ ".

8. У комірку H5 занести формулу для обчислення коефіцієнта b_0 : " $\text{C24}-\text{H4}*\text{B24}$ ".

9. Занести до протоколу отримані результати – значення коефіцієнтів b_1 та b_0 . *Записати рівняння регресії. Письмово пояснити отримані результати зв'язку між ознаками X та Y* (замість X та Y підставити позначення вибірок CO_2 та O_2).

Завдання №7. Побудова кореляційного поля і лінії регресії.

Побудувати кореляційне поле і лінію регресії за даними завдання 2.6.

1. Перейти на лист **Корел. поле і лінія регр.**
2. Доповнити розрахункову таблицю стовпчиком теоретичних значень параметра Y, розрахованих за рівнянням регресії. Для цього:

- в комірку F2 ввести формулу рівняння регресії $y=b_1x+b_0$ у вигляді "=\$H\$4*B2+\$H\$5". Зверніть увагу, що у формулі необхідно використовувати абсолютні адреси комірок H4 і H5, де містяться значення коефіцієнтів регресії;

- розтягнути (скопіювати) формулу з комірки F2 на діапазон F3:F21. В результаті у клітках діапазону з'являться значення параметра Y, що відповідають значенням вибірки X.

3. Створити на окремому листі кореляційне поле і лінію регресії. Для цього:

- виділити діапазони B2:C21; F2:F21 (для виділення несуміжних діапазонів слід утримувати натиснутою клавішу Ctrl при виділенні окремих складових діапазонів (протягуванні ГВ по діапазонах);

- викликати майстра діаграм (команда **Діаграма** меню "**Вставка**" або кнопка **Мастер диаграмм** на панелі інструментів); у вікні його першого кроку обрати тип діаграми **Точечная** і вид **Точечная диаграмма с маркерами, соединенными отрезками** (виділена на рис. 8), після чого дати ЛК на кнопці **Далее**;

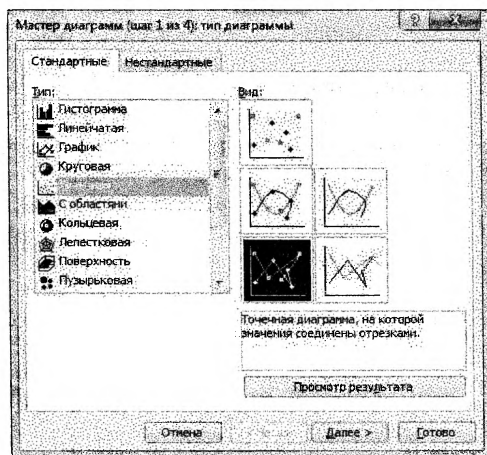


Рис. 8

- у вікні другого кроку майстра діаграм встановити (якщо це не встановлено автоматично) розташування вибірок значень по стовпчиках таблиці, для чого обрати опцію **Ряды в столбцах** за допомогою ЛК на відповідному полі;

Зуваження. Діапазони даних для побудови діаграми можуть бути задані до виклику майстра діаграм шляхом їх виділення або ж на другому кроці майстра шляхом вибору їх розміщення і введення їх координат у поле **Диапазон** за допомогою клавіатури чи методом вказування діапазонів у таблиці (аналогічно вказуванню аргументів функцій) – при цьому зручно тимчасово згорнути вікно майстра (кнопка згорнення на кінці поля **Диапазон**).

- перейти до третього кроку майстра діаграм за допомогою ЛК на кнопці **Далее**;

- у вікні третього кроку майстра обрати закладку **Заголовки** і ввести: у поле **Название диаграммы** – текст "**Кореляційне поле і лінія регресії**", в поле **Ось X (категорий)** – **X**, у поле **Ось Y (значений)** – **Y**;
- перейти до закладки **Оси** і встановити прапорці **Ось X** та **Ось Y**, якщо вони не встановлені;
- перейти до закладки **Линии сетки** і встановити прапорці **Ось X основные линии** та **Ось Y основные линии**;
- перейти до закладки **Легенда** і встановити прапорець **Легенда**, якщо він не встановлений, та задати розміщення легенди, за допомогою однієї з кнопок вибору (обирається довільно);
- перейти до четвертого кроку майстра (ЛК на кнопці **Далее**);
- у вікні четвертого кроку майстра задати розміщення діаграми на окремому листі, давши ЛК на кнопці вибору **отдельном**;
- завершити роботу майстра діаграм за допомогою ЛК на командній кнопці **Готово**.

4. Перейти на лист діаграми і вивчити побудовані графіки. Пересвідчитись у відповідності точок діаграми вибірок і розрахунків. Для цього потрібно навести ГВ на маркер діаграми і затримати його – в результаті з'явиться поле, в якому відображаються значення, що відповідають маркованій точці.

Завдання №8. Завершення роботи в MS Excel.

1. Закрити аплікацію Excel, для чого:
 - пересвідчитись, що всі необхідні дані записані в протокол по кожному із завдань;
 - дати ЛК на кнопці закриття вікна аплікації MS Excel;
 - якщо будуть видані запити на збереження змін у документах, **обов'язково клацнути кнопку "Нет"** у їх діалогових вікнах. В результаті аплікація Excel закриється і на екрані залишиться робочий стіл.

Примітка. Можна відразу дати команду закриття аплікації Excel, а потім відмовитись від збереження змін у документах за допомогою ЛК на кнопці "Нет" у вікні запиту на збереження документу, який видає Excel.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Роль статистичного оброблення цифрового матеріалу в медицині.
2. Математична статистика, її цілі та основні методи.
3. Що таке сукупність?
4. Що таке генеральна сукупність?
5. Що таке вибірка (вибіркова сукупність)?
6. Як розраховується і який зміст має вибіркове середнє?
7. Як розраховується і який зміст має середнє квадратичне відхилення?
8. Що таке стандартне відхилення?
9. Як розраховується і який зміст має стандартне відхилення?
10. Що таке надійний (довірчий) інтервал і надійна (довірча) ймовірність?

11. Як розраховується надійний інтервал для математичного сподівання нормально розподіленої ознаки?
12. Як і для чого проводиться оцінка вірогідності відмінностей середніх арифметичних значень двох незалежних вибірок?
13. Який зв'язок називається функціональним?
14. Який зв'язок називається кореляційним?
15. У чому полягає призначення кореляційного аналізу?
16. Що характеризує і як розраховується коефіцієнт лінійної кореляції?
17. Як оцінюють глибину (силу) кореляційного зв'язку між ознаками?
18. Як визначається значущість коефіцієнта лінійної кореляції?
19. В чому полягає суть регресійного аналізу?
20. Як побудувати кореляційне поле і графік лінії регресії?
21. Записати і пояснити рівняння лінійної регресії.
22. Що таке клінічне дослідження?
23. Які є етапи клінічного дослідження?
24. Яким чином можна ліквідувати або врахувати вплив систематичної похибки?
25. Що являє собою рандомізація, яка її мета?
26. Які є типи рандомізації?
27. Що таке помилка 1-го та 2-го роду?
27. Що таке статистична потужність (чутливість)?
29. Які фактори впливають на чутливість?
30. Які методи статистичного аналізу Вам відомі?

АНАЛІЗ БІОСИГНАЛІВ.

МЕТОДИ ОБРОБКИ БІОСИГНАЛІВ.

1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Поняття біосигналу. Етапи отримання та аналізу біосигналів. Детерміновані і стохастичні біосигнали.

Лікувально-діагностичний процес можна уявити у вигляді процесу обміну інформацією між хворим і лікарем згідно технологічної схеми, що зображена на рис. 1:

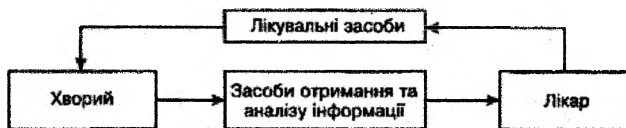


Рис.1

Від джерела інформації (хворого) отримують значну кількість різноманітних сигналів біологічного походження, що містять у собі інформацію про стан пацієнта. Такі сигнали отримали назву біосигналів. Фізична природа біосигналів різна. Вони можуть бути електричними (наприклад, деполяризація нервового волокна або серцевого м'язу), механічними (наприклад, звукові хвилі, що супроводжують роботу серця, легенів, шлунку), хімічними (наприклад, рівень O_2 у крові), електромагнітними (наприклад, теплове випромінювання тіла людини).

Отримання та аналіз біосигналів – найважливіша задача сучасної медицини, від вирішення якої в переважній більшості залежить ефективність лікувально-діагностичного процесу в цілому.

Для отримання біосигналів використовують різні прилади і апарати – термометри, апарати для вимірювання тиску, електрокардіографи, електроенцефалографи, реографи, тепловізори, біохімічні аналізатори тощо.

Процес отримання та аналізу біосигналів містить декілька етапів (рис. 2):

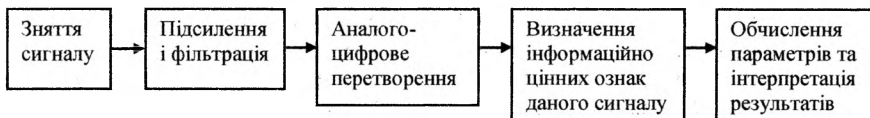


Рис. 2

Біологічні процеси, що мають періодичний характер, як наприклад, робота серця або дихання, супроводжуються сигналами, які також повторюються. Такі сигнали часто мають вигляд детермінованої (з чітко визначеними параметрами) негармонічної хвилі, наприклад ЕКГ, або можуть бути перехідними, наприклад, біопотенціал дії. Сигнали гармонічної форми (синусові або косинусові) в живих організмах не зустрічаються.

Інша група біосигналів – стохастичні. Вони виробляються групами клітин, які деполяризуються випадковим чином, наприклад у м'язах (міограма) або корі головного мозку (електроенцефалограма). Форма таких сигналів носить недетермінований характер і може бути описана тільки в статистичних термінах. Залежно від біологічного процесу стохастичні сигнали можуть бути стаціонарними або нестаціонарними. У разі нестаціонарності властивості сигналу змінюються з часом. Наприклад, у випадку епілептичного припадку електроенцефалограма має нестаціонарний характер.

На рис. 3 надані приклади біосигналів різного типу:

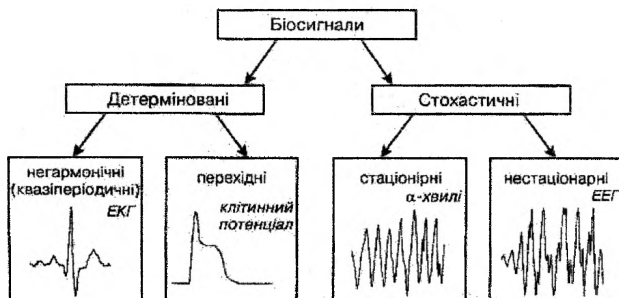


Рис. 3

Зняття біосигналів

Для зняття електричних біосигналів використовують електроди. Електроди – провідники спеціальної форми, які з'єднують медичну апаратуру з досліджуваним об'єктом.

В медицині до електродів ставлять певні вимоги:

- вони повинні швидко фіксуватись і зніматись;
- мати високу стабільність електричних параметрів;
- бути міцними;
- не роздратовувати біологічні тканини.

Для мінімізації втрат корисної інформації на перехідному опорі "електрод–шкіра" потрібно:

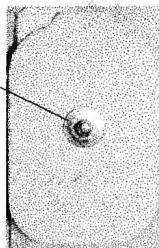
- підготувати певним чином місця накладання електродів на тілі пацієнта (поголити, якщо це потрібно та очистити спиртовим розчином);
- збільшити провідність середовища між електродом і шкірою за рахунок використання марлевих прокладок, змочених фізіологічним розчином або спеціальних електропровідних паст.

Також треба відмітити ще дві специфічні проблеми при використанні електродів, що відносяться до матеріалів, з яких вони виготовлені. Перша з них – це виникнення гальванічної ЕРС при контакті електрода з біологічною тканиною. Друга – виникнення електролітичної поляризації, що проявляється у виділенні на електродах продуктів реакцій при проходженні струму. Все це призводить до перекручення корисного біоелектричного сигналу. При виготовленні електродів використовують спеціальні методи електрохімії, за рахунок яких подібні явища істотно зменшуються.

Частіше всього в сучасній медичній практиці використовуються одноразові електроди (рис. 4). При використанні такого електроду захисну плівку відривають і електрод приклеюють до потрібного місця на тілі пацієнта.

зовнішня сторона (до приладу)

електрод



внутрішня сторона (до пацієнта)

захисна плівка

прокладка з електропровідною пастою

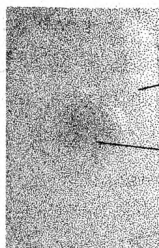


Рис. 4

Для зняття неелектричних біосигналів використовують датчики, які перетворюють входні неелектричні сигнали на електричні (рис. 5):

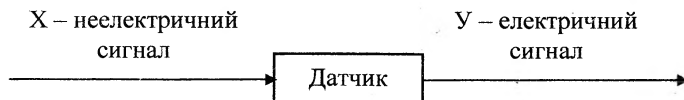


Рис. 5

Датчики поділяють на генераторні і параметричні. В генераторних датчиках під дією входньої неелектричної величини генерується струм або напруга. В параметричних датчиках під дією входнього неелектричного сигналу змінюється один з електричних параметрів – опір, ємність, індуктивність.

Датчики характеризуються функцією перетворення – функціональною залежністю $Y=f(X)$. В залежності від виду цієї залежності розділяють лінійні і нелінійні датчики.

До характеристик датчиків відносять:

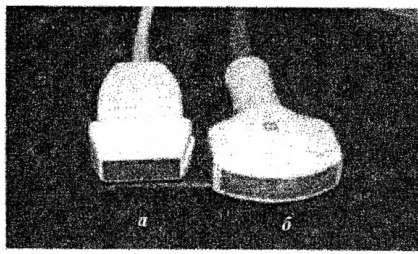
- чутливість, яка показує, у якій мірі вихідна величина реагує на входню:

$$S = \frac{dY}{dX}$$

- час реакції, за який датчик реагує на зміну входньої величини;
- динамічний діапазон – діапазон вимірювальної величини, у якому перетворення відбувається за функціональною залежністю.

У медицині використовуються різноманітні датчики: термоелектричні, п'єзоелектричні, фотоелектричні, тензоелектричні, реостатні, ємнісні, індуктивні та інші.

На рис. 6 показані приклади ультразвукових медичних датчиків, за допомогою яких отримують ультразвукові зображення органів і тканин:



а) лінійний датчик; б) конвексний датчик

Рис. 6

Підсилення та фільтрація біосигналів

Біоелектричні сигнали мають малу величину (наприклад, біопотенціали до 100 мВ) і тому потребують підсилення для подальшого перетворення і обробки. Для цього використовують відповідні підсилювачі електричних сигналів. Підсилювачі можуть будуватись на різній елементній базі (лампах, транзисторах, інтегральних мікросхемах). Безвідносно до елементної бази всі підсилювачі можна уявити у вигляді, що наведений на рис. 7а. Принцип підсилення для сигналу синусоїдальної форми приведений на рис. 7б:

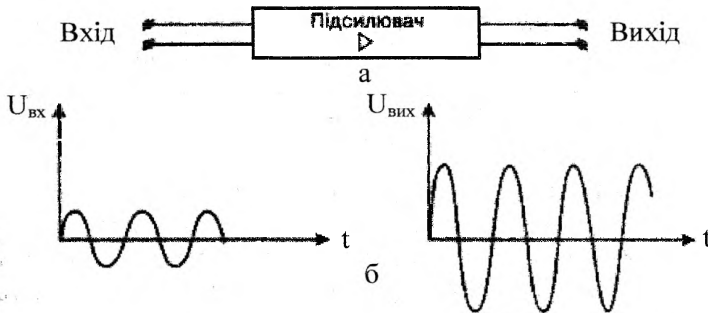


Рис. 7

Як видно з рисунка – форма і частота сигналів не змінюється, а амплітуда збільшується. Будь-який підсилювач характеризується коефіцієнтом підсилення:

$$K_U = \frac{\Delta U_{\text{вих}}}{\Delta U_{\text{вх}}}$$

Якщо K_U має значення, не достатнє для отримання на виході сигналу потрібної величини, то з'єднують декілька підсилювачів. Кожний окремий підсилювач при цьому називають підсилювальним каскадом. Загальний коефіцієнт підсилення:

$$K = K_1 * K_2 * K_3 * \dots * K_n$$

Для того, щоб форма вхідного сигналу при підсиленні не змінювалась, коефіцієнт підсилення повинен бути однаковим для різних напруг в межах зміни вхідного сигналу. При цьому залежність $U_{\text{max вих}} = f(U_{\text{max вх}})$ називається амплітудною характеристикою підсилювача (рис. 8):

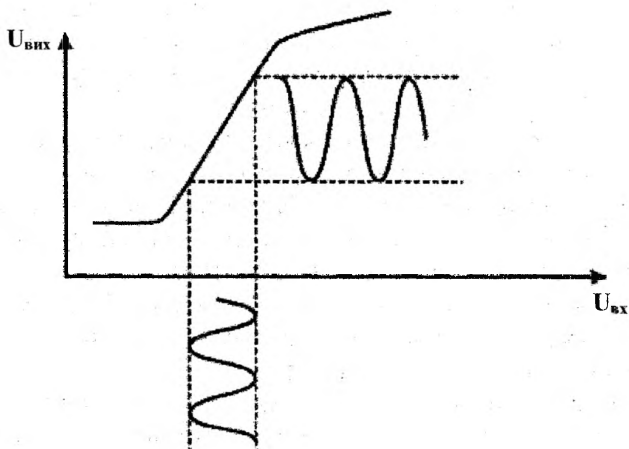


Рис. 8

Якщо вхідний сигнал має амплітуду, більшу по величині за лінійну ділянку амплітудної характеристики, то вихідний сигнал буде спотворений, що називають нелінійними викривленнями.

Коефіцієнт підсилення залежить від частоти підсилюваного сигналу. Сигнал однієї величини, але різної частоти, буде підсилено неоднаково. Залежність $K = f(\omega)$ називається частотною характеристикою підсилювача (рис. 9):

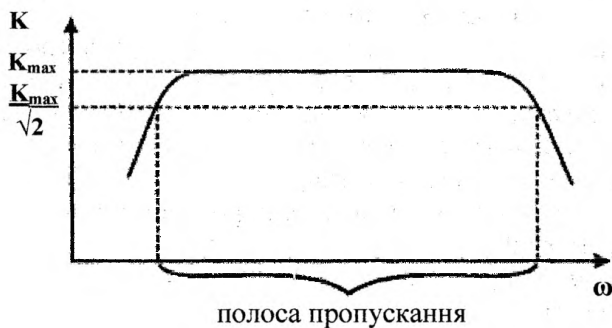


Рис. 9

Як видно з рисунка, сигнали низької і високої частоти підсилюються гірше, що називається частотними викривленнями. У радіотехніці вважають, що підсилювач буде працювати без викривлень, якщо K лежить в межах від $\frac{K_{max}}{\sqrt{2}}$ до K_{max} . Відповідний цьому інтервал частот називають полосою пропускання підсилювача.

Специфічність підсилення біоелектричних сигналів полягає у наступному:

- біопотенціали – сигнали малої величини і потребують підсилювачів з великим значенням K_U ;
- біопотенціали – сигнали низької частоти і потребують підсилювачів з полосою пропускання, яка починається з 0;

– вихідний опір біосистеми має велике значення (до декількох МОм) і потрібно узгодження цього опору з вхідним опором підсилювача.

Проблеми підсилення біоелектричних сигналів вирішуються у радіотехніці за рахунок відповідних схемотехнічних методів.

Інформаційно корисний біосигнал часто прихований у фоні інших сигналів і шумових компонентів. Тому метою його подальшої обробки є фільтрація, яка дозволяє відділити сигнал, що становить інтерес, від шумового фону.

Методи, що забезпечують поліпшення співвідношення потужностей сигнал/шум, називаються фільтрацією. Методи фільтрації базуються на використанні різниці властивостей корисного сигналу і шумового компоненту (перешкоди). Як правило, параметри корисного сигналу відомі, тому необхідно знати походження і властивості перешкод.

Перешкоди класифікують за місцем їх виникнення, статистичними властивостями, характером дії на корисний сигнал. За місцем виникнення розрізняють зовнішні та внутрішні (апаратні) перешкоди. До зовнішніх перешкод відносять такі джерела, які знаходяться поза системою отримання інформації (атмосферні перешкоди, космічне радіовипромінювання, робота промислових агрегатів тощо). Внутрішні перешкоди виникають безпосередньо в апаратурі для отримання й аналізу сигналів. Сюди відносять теплові шуми електронних приладів, нестабільність елементів апаратури тощо).

Згідно статистичних властивостей розрізняють детерміновані та випадкові перешкоди. Випадкові перешкоди вважаються випадковими подіями і можуть бути описані тільки в статистичних термінах, за допомогою функцій розподілу ймовірностей або відповідних моментів розподілу.

За характером дії на корисний сигнал розділяють адитивні і мультиплікативні перешкоди. Адитивна перешкода є випадковим доданком до сигналу. Мультиплікативна являє собою незалежний від сигналу випадковий множник. Переважна більшість перешкод, що зустрічаються при отриманні біосигналів, відносять до адитивного типу.

Фільтрація сигналів може здійснюватись різними методами:

- частотна фільтрація;
- метод накопичування;
- кореляційний метод;
- узгоджена фільтрація.

Частотна фільтрація базується на різниці частотних спектрів корисного сигналу і перешкоди. При цьому використовуються лінійні частотні фільтри, що заглушують шумову компоненту сигналу. Параметри фільтру визначаються характеристиками сигналу і перешкоди.

Метод накопичування застосовується, якщо корисний сигнал не змінюється з часом або є періодичною функцією. Метод полягає у багатократному повторюванні сигналу і підсумовуванні його окремих складових у приймальному пристрої. На виході приймального пристрою буде накопичуватись сума параметрів корисного сигналу і завади. У зв'язку з тим, що параметри перешкоди в кожному окремому випадку можуть приймати різні за знаком значення, їх загальна сума значно зменшується.

Кореляційний метод полягає у використанні різниці між кореляційними функціями сигналу і шуму. Даний метод може бути ефективним тільки для періодичних сигналів.

Узгоджена фільтрація призначена для виділення сигналів відомої форми на фоні шумів. Для цього аналізується спектр корисного сигналу і визначається такі гармонічні складові, що несуть в сумі всю загальну потужність цього сигналу. Відповідно цьому на виході приймального пристрою встановлюються фільтри, налаштовані на пропускання визначених гармонічних складових. Так як спектр завади завжди набагато ширший за корисний сигнал, то значна частина потужності завади не пропускається фільтрами, і за рахунок цього збільшується співвідношення потужностей сигнал/шум.

Аналого-цифрове перетворення біосигналів

Усі біосигнали належать до сигналів аналогового (неперервного типу). Величини аналогових сигналів можуть набувати будь-яких значень у певному інтервалі.

Сучасна медична електронна апаратура в переважній більшості містить у собі або елементи обчислювальної техніки (наприклад, вбудовані мікропроцесори), або може працювати сумісно з обчислювальною апаратурою (наприклад, персональним комп'ютером).

Обчислювальна техніка останніх поколінь призначена для оброблення тільки дискретної (цифрової) інформації. Таку інформацію несуть у собі цифрові сигнали, величини яких можуть набувати не будь-яких, а лише цілком визначених, цілочислових значень (наприклад, у вигляді двійкових кодів, що складаються лише з двох цифр – 0 і 1). Таким чином, обробленню аналогових біосигналів за допомогою сучасних засобів обчислювальної техніки має передувати їх дискретизація (оцифровування), що полягає у виборці та квантуванні сигналів в певні моменти часу.

Будь-яку аналогову величину з певним ступенем точності можна подати в цифровій формі. На рис. 10 зображено неперервну криву (кардіограму) (а) та її дискретне подання у вигляді точок (б) і відрізків прямих (в).

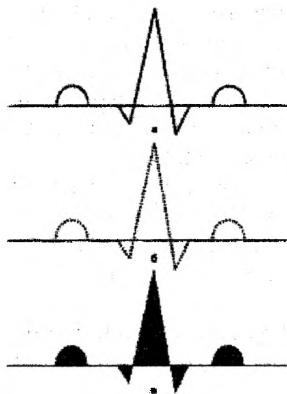


Рис. 10

Пристрої для автоматичного перетворення аналогових сигналів в цифрову форму називають аналого-цифровими перетворювачами (АЦП) (рис. 11):

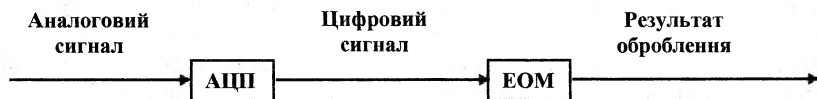


Рис. 11

Принцип дії аналого-цифрового перетворювача заснований на послідовному порівнянні миттєвих значень перетворюваної напруги $U_{\text{вх}}$ з еталонною напругою певної форми $U_{\text{ет}}$. У момент, коли $U_{\text{вх}i} = U_{\text{ет}i}$, величина $U_{\text{ет}}$ фіксується і перетворюється в цифрову форму. Наприклад, якщо як еталонну напругу використовувати ступінчастий сигнал (рис. 12), то поточне значення $U_{\text{вх}i}$ пропорційно числу m ступенів еталонної напруги $U_{\text{ет}i}$, яке й фіксується лічильником.

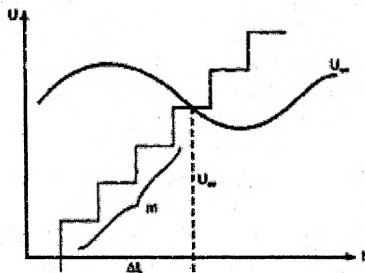


Рис. 12

Зрозуміло, що точність перетворення залежить від частоти вибірки. Теорема вибірки, математично сформульована Шенноном і Найквістом стверджує, що сигнал повинен відбиратись з частотою як мінімум удвічі вищою за частоту найвищої складової, присутньої у сигналі. Наприклад, електроенцефалограма (ЕЕГ) містить частоти до 60 Гц. Таким чином, при перетворенні сигналів ЕЕГ в цифрову форму, для збереження всіх сигнальних властивостей, потрібно мати частоти вибірки як мінімум $2 \times 30 = 60$ Гц. Для електрокардіограми (ЕКГ) (діапазон частот 0,15-150 Гц) частіше всього використовується норма вибірки – 500 Гц.

Важливу роль у якості перетворення сигналів відіграє розрядність АЦП. Наприклад, АЦП з розрядністю 10 біт може розрізнити $2^{10} = 1024$ рівні амплітуди, що відповідає точності 0,1% сигнального діапазону. Для якісного перетворення більшості біосигналів достатньо 6-12 розрядних АЦП.

Визначення інформаційно цінних ознак біосигналу. Обчислення параметрів сигналу та інтерпретація.

Отримані біосигнали в переважній більшості містять набагато більше інформації, ніж фактично потрібно для ефективної діагностики стану пацієнта.

Це називають надмірністю інформації. Наприклад, щоб діагностувати блокаду лівої ніжки передсердно-шлуночкового пучка за даними ЕКГ, лікар потребує тільки від одного до трьох комплексів ЕКГ із сукупності багатьох звичайно записаних. Проте, щоб діагностувати певні види серцевих аритмій, іноді потрібні декілька годин реєстрації ЕКГ (наприклад, при холтерівському моніторингу). Таким чином, важливим питанням подальшої обробки біосигналу є скорочення кількості даних таким чином, щоб стало можливим обчислити діагностично найістотніші параметри.

Задача визначення інформаційно цінних ознак біосигналів відноситься до загального класу задач розпізнавання образів і базується на методах математичної логіки, евристики, статистичного аналізу або комбінаціях різних методів.

На рис. 13 показана крива ЕКГ та інформаційні ознаки у вигляді певного набору амплітудних і часових характеристик, що розпізнаються цифровими засобами автоматичної обробки.

На рис. 14 показані криві реограми та її першої похідної і інформаційні ознаки цих кривих.

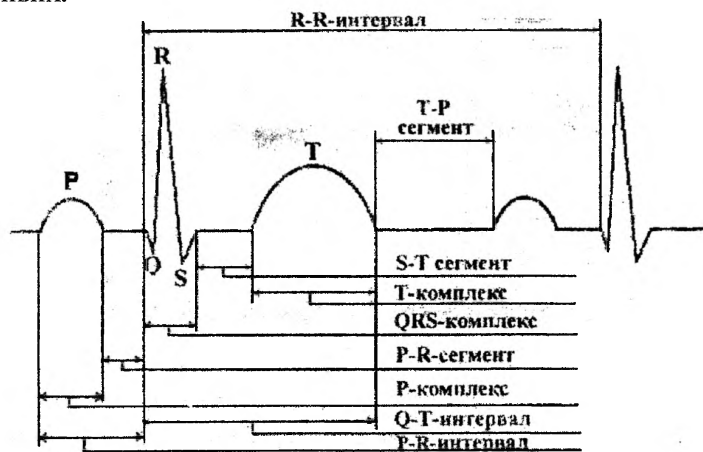


Рис. 13

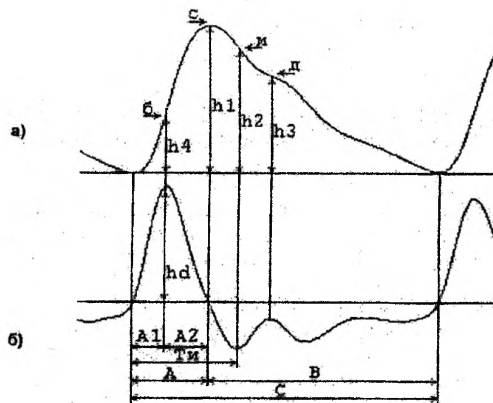


Рис. 14

Для деяких типів біосигналів, наприклад електроенцефалограми (рис. 15) та міограми (рис. 16) важливу роль, крім амплітудних і часових параметрів, відіграють частотні характеристики.

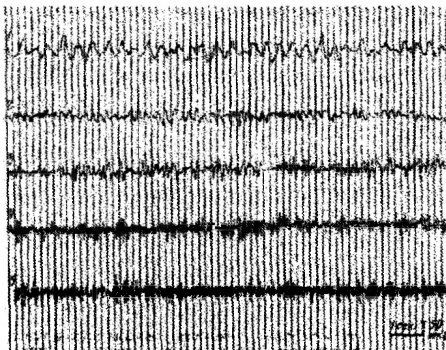


Рис. 15

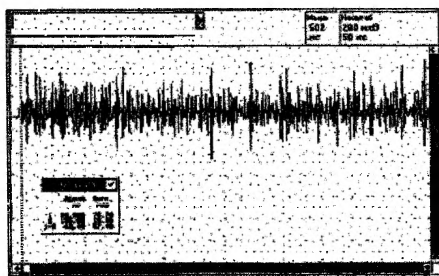


Рис. 16

Частотні характеристики біосигналів визначають згідно алгоритмів гармонічного аналізу Фур'є. В цьому випадку будь-який складний періодичний процес $S = f(t)$ можна уявити у вигляді сукупності гармонічних коливань з різними амплітудами, початковими фазами, а також частотами, які кратні циклічній частоті ω_0 :

$$S = f(t) = A_0/2 + A_1 \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_1) + A_2 \cdot \cos(2\omega_0 t + \varphi_2) + \dots + A_n \cdot \cos(n \cdot \omega_0 t + \varphi_n)$$

Складові ряду Фур'є з частотами $\omega_0, 2\omega_0, \dots, p\omega_0$ називають першою (основною), другою, третьою і т. д. гармоніками складного коливання.

Гармонічний спектр часто уявляється на виході систем обробки як набір частот окремих гармонік сукупно з відповідними до них амплітудами (рис. 17):



Рис. 17

Таким чином, в результаті обробки біосигналів за допомогою певного програмного забезпечення визначаються і обчислюються їх параметри (амплітудні, часові, частотні, фазові). Після цього результати обробки певним чином інтерпретуються. У найпростішому випадку обчислені параметри порівнюються з еталонними показниками, що характеризують нормальний стан організму. В більш складних випадках застосовують відповідні методи машинної діагностики, які розглядаються в інших розділах медичної інформатики.

На основі інтерпретованих результатів обробки біосигналів та іншої інформації про стан хворого лікар приймає рішення про діагноз. Після цього складається план лікування, завдяки чому регулюється потік лікувальних дій, який в кінцевому результаті таким чином змінює інформаційну структуру джерела інформації (хворого), щоб вона не відрізнялася від інформаційної структури здорового організму.

2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Модуль реєстрації реограми

Для виконання роботи використовується діагностичний обчислювальний комплекс на базі персонального комп'ютера, який містить декілька відповідних модулів для реєстрації реограми, електрокардіограми і фонокардіограми.

Реографія – метод дослідження кровообігу, який базується на реєстрації коливань імпедансу (повного опору) живої тканини змінному струму високої частоти. Електропровідність тканин в такому випадку зумовлена пульсуючим кровотоком в артеріях і рівномірним (практично без пульсацій) рухом крові в артеріолах, капілярах, мілких венах. Між змінами імпедансу ділянки тіла, що досліджується, і пульсовими коливаннями об'єму крові існує лінійна залежність.

Метод реографії дає можливість дослідження центральної і периферичної гемодинаміки, визначення ударного об'єму крові і загального периферичного опору, дозволяє дати характеристику венозному відділу кровообігу і мікроциркуляції. Також забезпечується можливість синхронної оцінки зміни різних судинних басейнів у відповідь на функціональні проби (орто- і антистатичні, фізичні й фармакологічні навантаження тощо). В приладі застосований найбільш прогресивний тетраполярний метод вимірювання, який дозволяє виключити вплив перехідного опору електрод-шкіра на процес вимірювання.

Модуль реєстрації реограми дозволяє:

- реєструвати реограму по двох незалежним каналам: одночасно з вимірюванням базового імпедансу в режимі реального часу;
- проводити автоматичне калібрування, самотестування і контроль якості підключення електродів;
- виконувати програмну обробку вхідних даних: фільтрацію сигналів, стабілізацію ізолінії, усереднення;
- вимірювати амплітудно-часові характеристики реограми;

- автоматично розпізнавати характерні точки на реографічній кривій;
- розраховувати параметри реограми, параметри центральної гемодинаміки;
- виконувати побудову відповідних графіків;
- друкувати вхідні дані та результати обробки у графічному і текстовому режимах;
- порівнювати реографічні криві методом накладання;
- формувати роботу з базою даних пацієнтів.

Реографічне дослідження проводиться у приміщенні з температурою повітря не нижче 20-22 °С. Дослідження проводять в горизонтальному положенні пацієнта натще або через 2 години після їжі. При реєстрації грудної реограми або реограми кінцівок використовують електроди у вигляді стрічки (поз. 1, рис. 18). Місця накладення електродів у випадках проведення відповідних видів реографічних досліджень зображено на рис. 19. Досліджувані ділянки тіла в місцях накладення електродів обробляють спиртом, а потім фізіологічним розчином з метою зменшення перехідного опору електрод-шкіра.

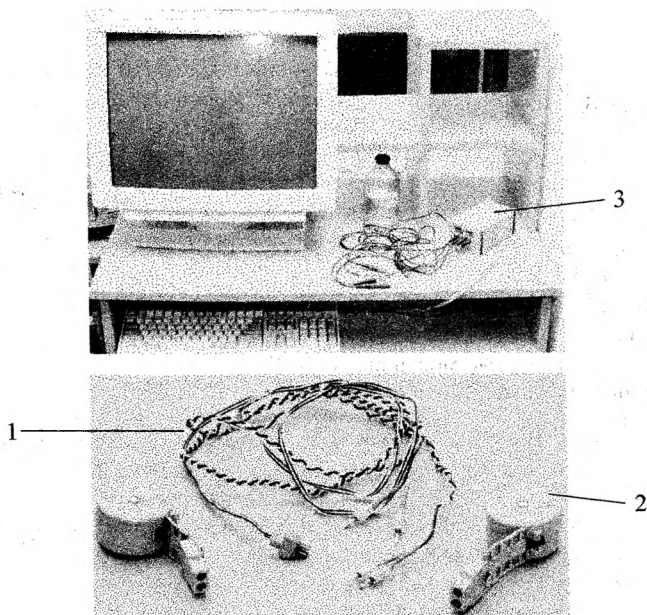


Рис. 18

За допомогою реографічного кабелю, який містить провідники чорного і білого кольорів (поз. 2, рис. 18) електроди поєднують до відповідного модуля діагностичного комплексу (поз. 3, рис. 18). Чорні провідники мають назву потенціометричних, білі – струмових. При дослідженні будь-якої ділянки тіла (див. рис. 19) струмові (білі) провідники підключають до зовнішніх електродів у стрічці, потенціометричні (чорні) – до внутрішніх електродів.

При реєстрації грудної реограми використовують тільки один канал реографічного модуля (роз'єднувач синього кольору).

В результаті обробки реограми за допомогою відповідного програмного забезпечення діагностичного комплексу визначаються характерні точки на реографічній кривій та кривій її першої похідної (диференціальній кривій), і на основі цього обчислюються основні реографічні показники. Реографічна крива (а), диференціальна крива (б) і відповідні точки цих кривих, які автоматично розпізнаються і параметрично визначаються, показані на рис 14.

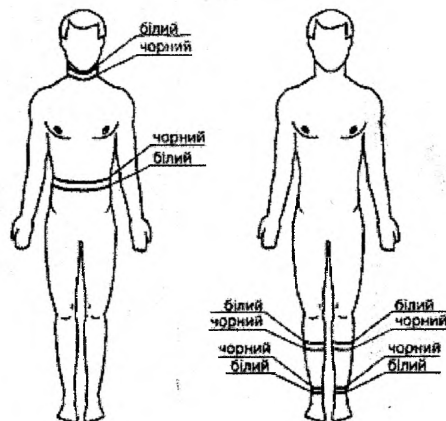


Рис. 19

В таблиці 1 наведені основні обчислювані показники реограми.

Таблиця 1

Основні показники	Позначення	Розмірність
Базовий імпеданс	Z	Ом
Тривалість серцевого циклу	C	сек
Час висхідної частини	A	сек
Час низхідної частини	B	сек
Час швидкого кровонаповнення	A ₁	сек
Час повільного кровонаповнення	A ₂	сек
Період вигнання	T _в	сек
Амплітуда систолічної хвилі	h ₁	Ом
Амплітуда інцизури	h ₂	Ом
Амплітуда діастолічної хвилі	h ₃	Ом
Амплітуда швидкого кровонаповнення	h ₄	Ом
Дикротичний індекс	h ₂ /h ₁	%
Діастолічний індекс	h ₃ /h ₁	%
Середня швидкість швидкого кровонаповнення	h ₄ /A ₁	Ом/сек
Середня швидкість повільного кровонаповнення	(h ₁ -h ₄)/A ₂	Ом/сек
Показник тонуусу всіх артерій	A/C	%
Показник тонуусу артерій крупного калібру	A ₁ /C	%
Показник тонуусу артерій середнього та мілкого калібру	A ₂ /C	%

Показник співвідношення тонусів артерій	A ₁	%
-----------------------------------------	----------------	---

На рис. 20 приведений фрагмент роботи діагностичного комплексу при реєстрації реограм гомілок. Оскільки розглядається російськомовна версія програмного забезпечення комплексу, то тут і надалі у всіх приведених фрагментах роботи комплексу назви відповідних режимів, опцій, результатів роботи наведено російською мовою.

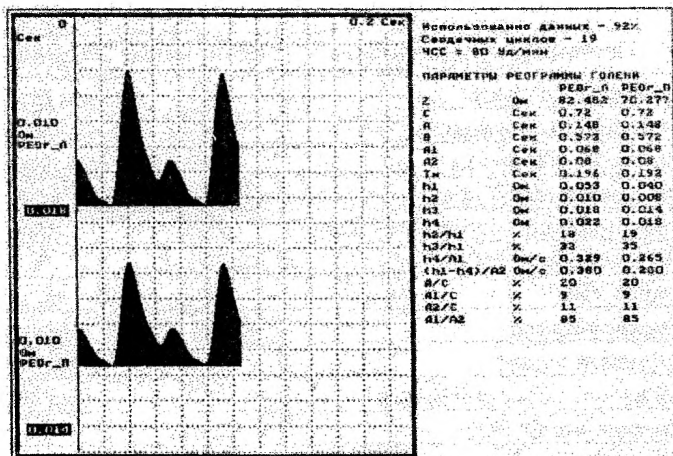


Рис. 20

У випадку реєстрації грудної реограми, на основі певних алгоритмів, які в даній розробці не розглядаються, обчислюються також параметри гемодинаміки (таблиця 2). Для цього треба ввести додаткові дані: стать, масу, зріст, відстань між електродами, периметр грудної клітини, систолічний артеріальний тиск, діастолічний артеріальний тиск.

В результаті порівняння за відповідними алгоритмами значення СІ з НСІ визначається один із варіантів типу кровообігу: різко виражений гіпокінетичний, виражений гіпокінетичний, гіпокінетичний, помірно гіпокінетичний, еукінетичний з тенденцією гіпокінезії, еукінетичний, еукінетичний з тенденцією гіперкінези, помірно гіперкінетичний, гіперкінетичний, виражений гіперкінетичний, різко виражений гіперкінетичний.

В результаті порівняння ППС з НППС визначається характер питомого периферичного опору.

Таблиця 2

Параметри гемодинаміки	Позначення	Розмірність
Артеріальний тиск	АТ	мм. рт. ст.
Середній артеріальний тиск	ср. АТ	мм. рт. ст.
Ударний об'єм крові	УО	мл
Хвилинний об'єм крові	ХО	л/хв.
Належний хвилинний об'єм крові	НОХ	л/хв.

Відношення ХО/НОХ	ХО/НОХ	%
Площа тіла	S	м ²
Ударний індекс	УІ	мл/м ²
Серцевий індекс	СІ	л/хв./м ²
Належний серцевий індекс	НСІ	л/хв./м ²
Відношення СІ/НСІ	СІ/НСІ	%
Питомий периферичний опір	ППС	у.о.
Належний питомий периферичний опір	НППС	у.о.
Відношення ППС/НППС	ППС/НППС	%
Загальний периферичний опір	ЗПО	дин.·сек·см ⁻⁵
Об'ємна швидкість руху	ОШР	мл/сек
Потужність лівого шлуночка	ПЛІ	Вт
Витрати енергії	ВЕ	Вт/л

Модуль реєстрації електрокардіограми і фонокардіограми

Модуль реєстрації електрокардіограми дозволяє:

- реєструвати кардіограму в I, II, III, αVR, αVL, αVF і грудних відведеннях;
- проводити автоматичне калібрування, самотестування і контроль підключення електродів;
- проводити програмну обробку вхідних даних: фільтрацію сигналів, стабілізацію ізолінії;
- автоматично розпізнавати всі складові ЕКГ;
- вимірювати амплітудно-часові характеристики електрокардіограми;
- досліджувати варіабельність ритму серця за методикою Р.М.Баєвського;

- друкувати вхідні дані та результати їх обробки;
- формувати роботу з базою даних пацієнтів.

Кардіографічне дослідження, якщо є можливість, проводиться в приміщенні, максимально віддаленому від приладів, що випромінюють електромагнітні поля. Дослідження проводять в горизонтальному положенні пацієнта після 10-15 хв. відпочинку. Перед реєстрацією ЕКГ місця накладання електродів обробляють спиртом, а після цього фізіологічним розчином з метою зменшення перехідного опору електрод-шкіра.

Електроди (поз. 1, рис. 21) приєднуються до відповідного модуля діагностичного комплексу (поз. 3, рис. 18) за допомогою кардіографічного кабелю (поз. 2, рис. 21), який складається з набору різнокольорових провідників.

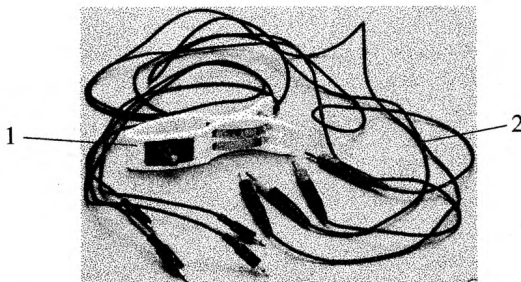


Рис. 21

Позначення провідників, місце їх підключення, кольоровий код наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Позначення провідника	Місце підключення	Кольоровий код
R	Права рука	Червоний
L	Ліва рука	Жовтий
F	Ліва нога	Зелений
N	Права нога	Чорний
C	Грудне відведення	Білий

На рис. 22 показані загальні схеми накладання електродів у стандартних відведеннях (I, II, III) і місця під'єднання грудного електроду для реєстрації ЕКГ в грудних відведеннях. На рис. 13 наведений приклад електрокардіограми та значення амплітудних і часових параметрів, які розпізнаються та вимірюються діагностичним комплексом. На рис. 23 приведений фрагмент роботи діагностичного комплексу при реєстрації ЕКГ.

Варіаційна пульсометрія – метод математичного аналізу варіабельності ритму серця, який запропонував Р. Баєвський. Згідно цього методу вивчається варіабельність R–R інтервалів кардіограми для оцінки вегетативної нервової системи. Згідно стандартів варіабельність ритму серця досліджують або по коротким (5 хв.), або по довгим (24 год.) записам ЕКГ.

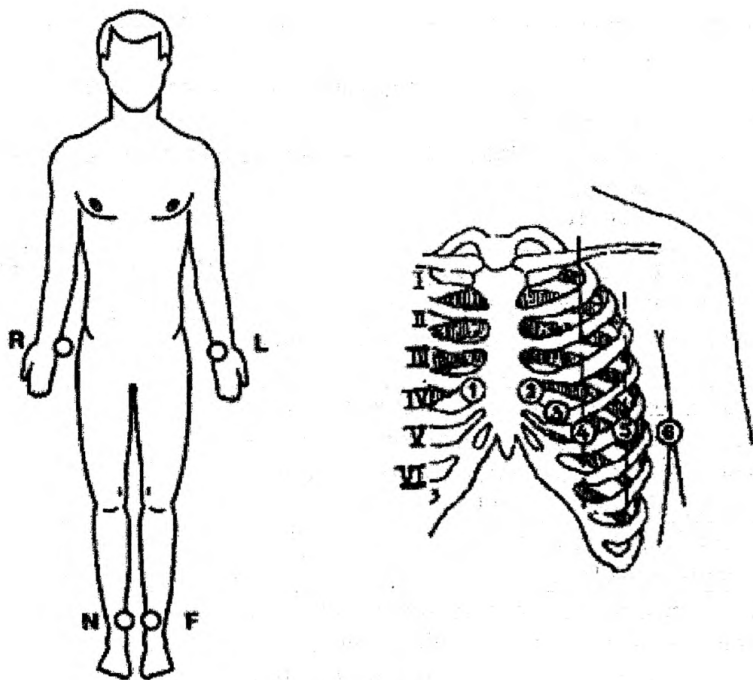


Рис. 22

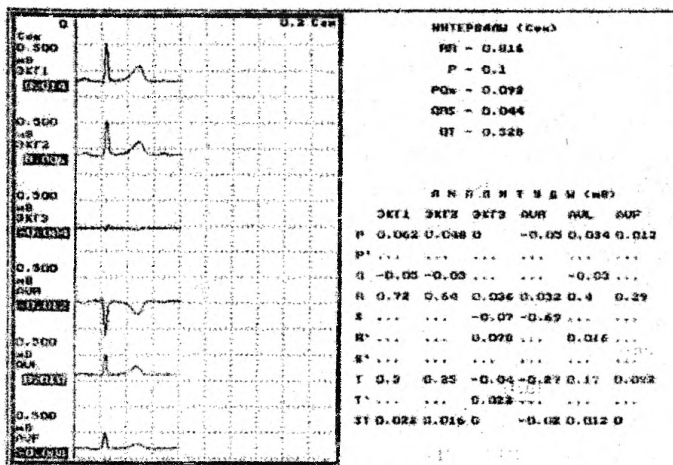


Рис. 23

В результаті обробки за вказаним методом після п'ятихвилинної реєстрації ЕКГ будуться графіки:

- зміни миттєвого значення R–R інтервалів з часом;
- скатерограма довжин R–R інтервалів;
- гістограма R–R інтервалів з довжиною інтервалів групування 50 мс;
- спектр R–R інтервалів в діапазоні 0-0,5 Гц.

В результаті обробки визначаються статистичні та спектральні показники варіабельності серцевого ритму за період реєстрації, формується заключення про оцінку вегетативного гомеостазу.

В таблиці 4 наведені обчислювані за даною методикою показники варіабельності серцевого ритму.

На основі оцінки BP, АМо, ІН за відповідними алгоритмами оцінюються вегетативний гомеостаз.

Таблиця 4

Основні показники та їх зміст	Позначення	Розмірність
Середні значення R–R інтервалу	NNm	мс
Мода, яка вказує на домінуючий рівень функціонування синусового вузла	Mo	мс
Амплітуда моди (число кардіоінтервалів у відсотках, які відповідають діапазону моди) – відображає міру мобілізуючого впливу симпатичного відділу	АМо	%
Мінімальний R–R інтервал	Min	мс
Максимальний R–R інтервал	Max	мс
Варіаційний розмах (обчислюється як різниця між максимальним і мінімальним значенням R–R) – відображає ступінь коливань значень кардіоінтервалів	BP	мс
Стандартне відхилення тривалості нормальних R–R інтервалів	SDNN	мс
Коефіцієнт варіації	Cvar	%
Число пар послідовних R–R інтервалів, які розрізняються між собою більше, ніж на 50 мс	NN50	
Доля сусідніх R–R інтервалів, які розрізняються більше, ніж на 50 мс (відсоток NN50 від кількості всіх кардіоінтервалів, які аналізуються)	pNN50	%
Середнє квадратичне відхилення тривалості сусідніх R–R інтервалів	RMSSD	мс
Індекс вегетативної рівноваги (вказує на співвідношення активності симпатичного і парасимпатичного відділів)	IBP	
Індекс напруги регуляторних систем	ІН	
Вегетативний показник ритму, який дозволяє оцінювати парасимпатичні зсуви вегетативного балансу	ВІР	

При спектральному аналізі варіабельності серцевого ритму весь спектр розділяється на загальноприйняті частотні діапазони, і для кожного з них визначається потужність сигналу та вклад (у відсотках) кожної коливальної

складової в загальній потужності спектру. Загальноприйняті діапазони частот такі:

- VLF – (Very Low Frequency) 0,003-0,04 Гц;
- LF – (Low Frequency) 0,04-0,15 Гц;
- HF – (High Frequency) 0,15-0,4 Гц.

Вимірювання VLF, LF і HF компонентів проводиться в абсолютних одиницях потужності (мВ^2), а LF і HF, крім того, ще й у відносних одиницях, які представляють собою вклад (у відсотках) кожної коливальної складової в загальній потужності спектру, з якої попередньо віднімається потужність VLF компоненти.

На рис. 24, 25 приведені фрагменти роботи діагностичного комплексу за розглянутим методом.

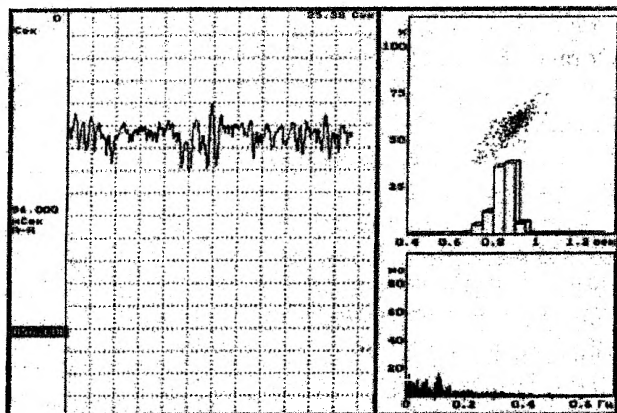


Рис.24

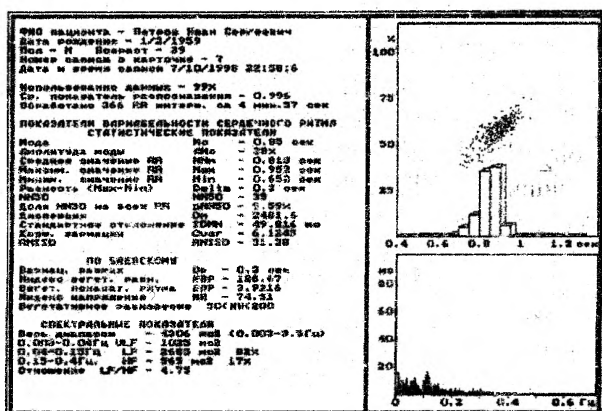


Рис.25

Фонокардіографічне дослідження – реєстрація звуків, якими супроводжується робота серця. При фонокардіографії використовують датчик (мікрофон), який за допомогою гумової стрічки закріплюється в області серця. Датчик приєднується до відповідного роз'єднувача діагностичного комплексу.

Загальний огляд програмного забезпечення діагностичного комплексу

Система запускається програмою **opt.exe**, яка знаходиться в директорії **OPT** системної оболонки Norton Commander. Після завантаження програмного забезпечення на екран виводиться вікно виводу даних. Якщо після цього натиснути клавішу F1, то буде виведений список значень функціональних клавіш в даному програмному забезпеченні (таблиця 5):

Таблиця 5

F1	Допомога
F2	Вибір палітри відображення графіків
F3	Вивести (видалити) координатну сітку
F4	Запам'ятати зображення (зразок)
F5	Вивід (витирання) зразка
F6	Встановлення кроку координатної сітки
F7	Вивід графіка із заливкою площини під кривою
F9	Обчислення спектру
F11	Видалити дані справа та зліва від маркерів
Ctrl та F11	Видалити дані між маркерами
↓	Швидке переміщення графіків донизу
↑	Швидке переміщення графіків доверху
Alt та ↓	Повільне переміщення графіків донизу
Alt та ↑	Повільне переміщення графіків доверху
←	Повільне переміщення маркера вліво
Ctrl та ←	Швидке переміщення маркера вліво
→	Повільне переміщення маркера вправо
Ctrl та →	Швидке переміщення маркера вправо
Alt та ←	Змістити графіки вліво
Alt та →	Змістити графіки вправо
Л	Повільно змістити графіки вліво
П	Повільно змістити графіки вправо
Ctrl та Del	Обнулити значення по маркеру
Alt та M	Зменшити розмір по вертикалі
Alt та B	Зменшити розмір по горизонталі
M	Зменшити розмір по вертикалі зі стандартним кроком
B	Зменшити розмір по горизонталі зі стандартним кроком
Ш	Розтягнути по горизонталі
У	Стиснути по горизонталі
PgDn	Збільшити відстань між графіками
PgUp	Зменшити відстань між графіками
Home	Перейти до початку графіка
End	Перейти в кінець графіка
Ins	Встановити початок відліку по маркеру
ESC	Вихід з програми

Для виклику основного меню системи треба натиснути клавішу F10. Основне меню системи зображено на рис. 13.

Рис.13

Тут і надалі вибір необхідної функції основного меню, режиму, опції здійснюється клавішами "→" та "←" і активується клавішею "Enter". Перелік функцій основного меню приведений в таблиці 6:

Таблиця 6

Расшифр	Виведення результатів обробки вхідних даних
Результ	Виведення таблиці параметрів по результатах розшифровки
Обраб	Обробка-фільтрація завад, стабілізація ізолінії
Произв	Обрахунок похідної кривих, які виведені на екран в даний момент часу
Спектр	Обрахунок спектру кривих, які виведені на екран в даний момент часу
Архив	Пошук в архіві карток пацієнтів
Нов.	Створити нову картку пацієнта
Инф	Виведення відомостей про пацієнта з картки
Зап	Запис вихідних даних в картку
Ввод	Введення даних
Восст	Відновлення вихідних даних
Печать	Виведення на друк інформації з екрану
?	Виведення довідки

Функція "Ввод", в свою чергу, має такі відповідні режими (таблиця 7):

Таблиця 7

РЕО-1	Введення грудної реограми
РЕО-2	Введення реоенцефалограми
РЕО-3	Введення реограми гомілки
РЕО-4	Введення реограми стегна
РЕО-5	Введення реограми руки
ОКС	Пульсооксиметрія
ФПГ	Введення фотоплетизмограми (ФПГ)
ОКГ	Реєстрація динамічних характеристик кисню в крові
М-ЭКГ	Ритмографія по 2-х каналах ЕКГ
6-ЭКГ	Введення ЕКГ I, II, III, α VR, α VL, α VF
4-ЭКГ	Введення ЕКГ I, II, III, та одне грудне відведення
ТЕМП	Вимірювання температури

Завдання №1. Реєстрація та обчислення параметрів грудної реограми.

1. Під'єднати реографічний кабель до реєструючого модуля діагностичного комплексу через роз'єднувач синього кольору.

2. Під'єднати електроди до пацієнта і провідники реографічного кабеля до електродів відповідно рекомендаціям, які наведено в теоретичній частині.

3. Ввімкнути комп'ютер діагностичного комплексу і запустити програмне забезпечення. Для цього:

- знайти на екрані піктограму **ОРТ**;
- встановити на піктограму покажчик миші і два рази натиснути ліву клавішу.

4. Натиснути клавішу **F10** для виклику основного меню системи.

5. Заповнити картку пацієнта. Для цього:

- вибрати і запустити режим "НОВ" основного меню;
- заповнити послідовно всі поля картки пацієнта. Після закінчення введення даних з'явиться повідомлення "Карточка создана";

- записати в протокол роботи дані з картки пацієнта;
- натиснути клавішу **Enter**, а потім **F10** для повернення в основне меню.

6. Провести реєстрацію грудної реограми. Для цього:

- вибрати і запустити режим "ВВОД";
- вибрати і запустити режим "РЕО-1". При правильному виконанні всіх дій розпочнеться автоматичне калібрування реографічного модуля (графік пілкоподібного виду). Після закінчення калібрування відбудеться реєстрація грудної реограми;

Примітка. Іноді при калібруванні система видає помилку. При цьому з'являється повідомлення "сбой калибровки". В такому випадку процес реєстрації треба повторити.

- після того, як реографічна крива буде зареєстрована в межах одного екрану, натиснути клавішу **Esc** для закінчення запису. На екрані з'явиться вікно для введення додаткових даних;

- заповнити всі поля картки з додатковими даними (поля "Возраст" і "Пол" заповнюються автоматично, якщо раніше в картку пацієнта була введена інформація про дату народження і стать);

- після закінчення введення додаткових даних натиснути клавішу **Enter**;
- додаткові дані занести в протокол роботи.

7. Отримати результати обчислення параметрів грудної реограми. Для цього:

- натиснути клавішу **F10** для виклику основного меню;
- вибрати і запустити режим "РАСШИФРОВКА". На екрані з'явиться зображення одного періоду оброблених даних і список значень параметрів реограми.

8. Отримати повні результати обчислення параметрів реограми і центральної гемодинаміки. Для цього:

- натиснути клавішу **F10** для виклику основного меню;

– вибрати і запустити режим "РЕЗУЛЬТАТ". Параметри реограми і центральної гемодинаміки відображаються на двох екранах. Для переходу з одного екрану на інший треба натиснути клавішу **Пропуск**;

– параметри реограми і центральної гемодинаміки занести в протокол роботи.

9. Записати отримані дані в картку пацієнта. Для цього вибрати і запустити режим "ЗАП" основного меню системи.

10. Закінчити роботу з реографічним модулем діагностичного комплексу. Для цього:

– від'єднати реографічний кабель від електродів і від роз'єднувача діагностичного комплексу;

– зняти електроди з пацієнта.

Завдання №2. Реєстрація та обчислення параметрів електрокардіограми.

1. Під'єднати кардіографічний кабель до реєструючого модуля діагностичного комплексу згідно відповідних кольорів провідників і роз'єднувачів.

2. Під'єднати електроди до пацієнта і провідники кардіографічного кабелю до електродів відповідно рекомендаціям, які наведено в теоретичній частині.

3. Провести реєстрацію кардіограми у стандартних відведеннях. Для цього:

– натиснути клавішу **F10** для виклику основного меню;

– вибрати і запустити режим "ВВОД";

– вибрати і запустити режим "4-ЕКГ". Після того, як на екрані буде зареєстрована ЕКГ задовільної якості і буфер системи буде заповнений даними у достатньому об'ємі для подальшої їх обробки (індикатор заповнення буферу розташований у верхній частині екрану), натиснути клавішу **Esc** для закінчення запису.

4. Отримати результати обчислення параметрів ЕКГ. Для цього:

– натиснути клавішу **F10** для виклику основного меню;

– вибрати і запустити режим "РАСШИФРОВКА". При правильному виконанні всіх дій на екрані з'явиться зображення одного періоду оброблених даних у всіх відведеннях, що реєструються, і список значень параметрів електрокардіограми;

– значення параметрів ЕКГ занести в протокол роботи.

5. Записати дані електрокардіографічного дослідження. Для цього:

– натиснути клавішу **F10** для виклику основного меню;

– вибрати і запустити режим "ЗАП".

Завдання №3. Проведення варіаційної пульсометрії.

Примітка. Кардіографічний кабель, роз'єднувачі реєструючого модуля, електроди залишаються у попередньому стані.

1. Натиснути клавішу **F10** для виклику основного меню системи.

2. Зареєструвати дані варіаційної пульсометрії. Для цього:

- вибрати і запустити режим "ВВОД";
- вибрати і запустити режим "М-ЕКГ". Після того, як на екрані буде зареєстровано ЕКГ задовільної якості, натиснути клавішу **Пропуск** для початку дослідження. Після заповнення буферу системи даними у достатньому об'ємі для їх подальшої обробки (5 хв.) комплекс автоматично зупинить процес введення даних;
 - натиснути клавішу **Esc** для виходу з даного режиму.
- 3. Отримати результати обробки даних. Для цього:
 - натиснути клавішу **F10** для виклику основного меню;
 - вибрати і запустити режим "РАСШИФРОВКА". Через деякий час на екрані з'явиться результат обробки даних у вигляді відповідних графіків;
 - ознайомитись з цими графіками.
- 4. Отримати повні результати варіаційної пульсометрії з урахуванням можливості наявності екстрасистол. Для цього:
 - натиснути клавішу **F10** для виклику основного меню;
 - вибрати і запустити режим "ОБРАБ". В даному режимі система в процесі "прокручування" даних автоматично буде зупинятись на комплексах QRS, тривалість яких різко відрізняється від попередніх значень. При цьому треба видаляти такі комплекси за допомогою клавіші **Пропуск**;
 - після закінчення режиму обробки вибрати і запустити режим "РЕЗУЛЬТАТ";
 - список параметрів, які виведені на екран, записати в протокол роботи.
- 5. Записати дані дослідження. Для цього:
 - натиснути клавішу **F10** для виклику основного меню;
 - вибрати і запустити режим "ЗАП".
- 6. Закінчити дослідження. Для цього:
 - від'єднати кардіографічний кабель від електродів і від роз'єднувачів реєструючого модуля;
 - зняти електроди з пацієнта;
 - натиснути клавішу **Esc** для закінчення роботи програмного забезпечення.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Поняття біосигналу.
2. Детерміновані і стохастичні біосигнали.
3. Етапи отримання та аналізу біосигналів.
4. Електроди для зняття біосигналів.
5. Датчики для зняття біосигналів.
6. Принципи підсилення біосигналів.
7. Методи фільтрації біосигналів.
8. Визначення інформаційно цінних ознак біосигналів.
9. Аналого-цифрове перетворення біосигналів.
10. Фізичні основи реографії.
11. Методика проведення реографічного дослідження. Види реографічних досліджень.

12. Параметри реограми.
13. Фізичні основи електрокардіографії.
14. Параметри електрокардіограми.
15. Варіаційна пульсометрія.

1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА**Загальні принципи візуалізації медичних зображень.**

Отримання та аналіз зображень внутрішніх органів і тканин організму людини – невід’ємна складова сучасного лікувально-діагностичного процесу. Загальний прогрес технічних засобів обробки інформації викликав революційні зміни в технологіях візуалізації медико-біологічних даних. Особливий інтерес становлять ультразвукові, рентгенівські, радіонуклідні, магнітно-резонансні, термографічні методи дослідження. Так, за даними Всесвітньої організації охорони здоров’я, доля таких методів дослідження в загальній діагностиці складає понад 70%.

Методи візуалізації медико-біологічних даних базуються на використанні різних фізичних полів. Розвиток техніки візуалізації для кожного з них відбувався практично незалежно один від одного. Проте, всі системи отримання і аналізу медичних зображень базуються на декількох загальних принципах.

Інформативність візуалізованого зображення незалежно від його первинної природи повинна бути узгоджена з такими властивостями аналізатору зору, як чіткість, рухливість, динамічний діапазон. Таке узгодження припускає вибір тільки найбільш важливої інформації для даного типу дослідження. Цей вибір легше всього здійснюється за допомогою цифрових методів обробки і фільтрації, які є однаковими для всіх класів зображень. Найчастіше для візуалізації непрозорих і недоступних безпосередньому спостереженню анатомічних органів та тканин використовують електромагнітне випромінювання. В таблиці 1 наведені довжини хвиль, назви діапазонів і відповідні методи візуалізації медико-біологічних даних.

Таблиця 1

Довжина хвилі електромагнітного випромінювання	Діапазон	Методи візуалізації
0,1 – 10 см	радіохвилі (ЗВЧ)	радіобачення
1 мм – 0,78 мкм	інфрачервоний (ІФ)	тепlobачення
0,8 – 0,4 мкм	видима частина спектру	ендоскопія, офтальмологія сітківки, люмінесцентна мікроскопія
0,4 мкм – 1 нм	ультрафіолетовий (УФ)	ультрафіолетова мікроскопія
80 – 10^{-5} нм	рентгенівський	рентгенографія, флюороскопія, рентгенівська комп’ютерна томографія

$< 10^{-5}$ нм	гамма	радіонуклідна діагностика, емісійна комп'ютерна томографія
----------------	-------	------------------------------------------------------------------

Також широко використовуються для отримання і аналізу медичних зображень ультразвукові методи візуалізації, що базуються на взаємодії пружних акустичних (механічних) хвиль у діапазоні 3-15 МГц з біооб'єктом. Великі можливості дають методи візуалізації, засновані на резонансних ефектах: ядерному магнітному, електронному парамагнітному та ін.

Будь-яке візуалізоване зображення набуває змісту в результаті його аналізу системою зору та інтерпретації на базі апріорних відомостей про характер взаємодії фізичного поля і досліджуваного об'єкту.

Загальний принцип візуалізації медичних зображень показаний на рис. 1:

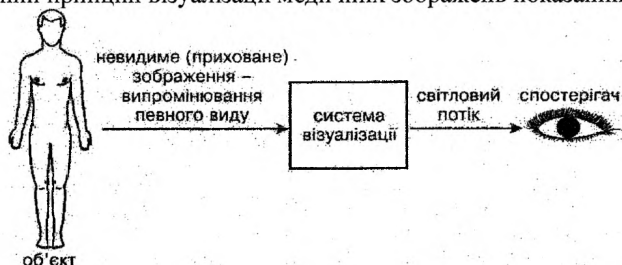


Рис. 1

Характеристики випромінювання, що пройшло через об'єкт (наприклад, рентгенівське), або було відбите від структур об'єкту (наприклад, ультразвукове), або випромінене безпосередньо самим об'єктом (наприклад, теплове) залежать від параметрів об'єкту (хімічного складу, густини, розміру, температури тощо) і містять певну інформацію по внутрішню структуру об'єкту. Просторовий розподіл фізичного поля випромінювання об'єкта перетворюється системою візуалізації у відповідний просторовий розподіл світлового потоку, яскравість або колір якого змінюється від одного елементу зображення до іншого в залежності від характеристик випромінюваного об'єктом поля.

Інформативні параметри медичних зображень.

Методи цифрової обробки.

Незалежно від фізичної природи і характеру процесів, що відбуваються при візуалізації медико-біологічних даних, систему візуалізації та зоровий аналізатор спостерігача характеризують сукупністю параметрів, які визначають інформативність отриманого зображення. До таких параметрів відносять: геометричні розміри, детальність, рухомість, контрастність, інтенсивність "білого" ("чорного"), співвідношення сигнал/шум, спектр (колір) елементів зображення.

Зміст геометричного розміру зображення очевидний. Слід відмітити, що будь-яка система візуалізації має два зображення: на вході – невидиме

(приховане), на виході – світлове. Як правило, у медичній апаратурі розмір зображення на виході системи дорівнює або більше розміру на вході. Якщо розмір візуалізованого зображення в десятки разів більший за розмір невидимого зображення, система візуалізації називається мікроскопом, наприклад, рентгенівський, ультрафіолетовий, ультразвуковий. Розміру вхідного зображення відповідає певне робоче поле системи візуалізації, яке визначається розміром чутливої до вхідного випромінювання поверхні перетворювача, а для систем з одноелементним приймачем – кутом поля зору системи.

Детальність визначається спектром просторових частот, що містить відповідне зображення. Чим ширше такий спектр, тим менші за розміром деталі можливо спостерігати у даному зображенні. Чисельним критерієм детальності є просторова роздільна здатність – мінімальна відстань між елементом об'єкту, при якій можливо чітко відрізнити ці елементи на зображенні.

Рухливість зображення характеризується швидкістю переміщення об'єкту або його частин. У таких випадках система візуалізації рухомого об'єкту створює нечіткі (розмиті) межі зображення. Для оцінки рухливості використовують часову роздільну здатність, яка визначає здатність системи передавати деталі зображення, що змінюються з часом.

Контраст зображення – це відношення найбільшого значення інтенсивності оптичного сигналу, що створює зображення, до його найменшого значення. Для об'єкта можливо визначити відношення параметрів, які визначають контраст зображення (наприклад, температур поверхні нагрітого тіла, товщин однорідного об'єкту, акустичних опорів тощо).

Інтенсивність в "білому" ("чорному") визначає чутливість системи візуалізації. Чутливість – величина обернено пропорційна інтенсивності "білих" ділянок вхідного зображення, при якій забезпечується отримання вихідного зображення заданої якості.

Коефіцієнт шуму системи візуалізації визначає відношення сигнал/шум на вході до такого ж параметру на виході системи.

Деталі більшості прихованих зображень відрізняються спектральним складом. Дану інформацію можливо використати для візуалізації зображень у кольорі.

У переважній більшості випадків сучасна медична апаратура для візуалізації медико-біологічних даних містить в собі засоби цифрової обробки зображень (аналого-цифрові перетворювачі, вбудовані мікропроцесори, інтерфейси до підключення персонального комп'ютера, відповідне програмне забезпечення тощо). За допомогою цих засобів (апаратної та програмної складових) можливі певні методи обробки будь-яких зображень: зміна контрастності зображення, затемнення і видимість деталей зображення, зменшення шуму, квантування рівня сірого, відновлення зображень, збільшення зображень, виявлення (реєстрація) краю або контуру, стиснення зображення, перетворення зображення, розрахунок параметрів зображення (в залежності від фізичної природи). Всі ці методи будуть розглянуті в практичній частині роботи.

Основний принцип отримання ультразвукових зображень полягає в реєстрації відповідними способами відбитих від неоднорідностей внутрішніх органів і тканин організму УЗ-променів (ехосигналів). Амплітуда цих ехосигналів визначається відношенням акустичних опорів середовищ, які межують між собою, а також формою і розмірами відбиваючих структур. Виділяють три види відбиваючих структур в залежності від співвідношення їх розмірів з довжиною зонduючої ультразвукової хвилі. До першого виду відносять структури, розміри яких значно менше довжини хвилі УЗ. Такі структури відбивають ультразвукові хвилі у відповідності з теорією дифузного розсіювання Релея. При цьому кутовий просторовий розподіл відбитих сигналів великий, а коефіцієнт відбиття залежить від частоти ультразвуку, як функція четвертого ступеня. Амплітуда ехосигналів від структур даного типу незначна.

Розміри відбиваючих структур другого виду сумірні з довжиною ультразвукової хвилі. В цих структурах залежність коефіцієнта відбиття від частоти стає квадратичною, амплітуда відбитих сигналів дещо збільшується, але кутовий спектр відбиття залишається широким.

І, нарешті, коли відбиваюча поверхня значно перевищує довжину ультразвукової хвилі, просторовий розподіл відбитих сигналів стає концентрованим і залежить від напрямку зонduючого ультразвукового променя та орієнтації відбиваючої поверхні в просторі. Коефіцієнт відбиття в таких структурах не залежить від частоти і визначається виключно співвідношенням акустичних опорів межуючих середовищ. Подібні структури називають розподіленими або дзеркальними. Амплітуда ехосигналів, отриманих від відбиваючих структур дзеркального виду, значно перевищує амплітуду дифузного відбиття.

Реальні біологічні середовища містять в собі відбиваючі структури всіх видів. Границі органів і тканин, поверхні судин і порожнин переважно відносяться до відбиваючих структур дзеркального виду. При формуванні ультразвукових ехозображень від подібних структур створюється досить значний акустичний контраст, що дозволяє "бачити" контури внутрішніх органів і тканин.

Внутрішні об'ємні структури органів, внутрішньотканинні структури відносяться до дифузних відбиваючих структур першого і другого видів. Візуалізація ехосигналів від цих структур дає відповідний "тканинний" фон з акустичним контрастом, меншим за попередній, що дозволяє вивчати текстурні і макрогістологічні характеристики тканин, наприклад, паренхіматозних органів.

В залежності від того, яким чином реєструються параметри відбитих від поверхні органів і тканин УЗ-променів, розрізняють декілька режимів візуалізації ультразвукових зображень. Найпростіший з них називають А-режимом (amplitude mode). При А-режимі відбиті сигнали відтворюються на екрані у вигляді амплітудних піків, відстань між якими відповідає відстані між об'єктом і випромінювачем у масштабі приладу (рис. 2):



Рис. 2

Для отримання А-ехограм використовують звичайний одноелементний датчик, у якому напрямок ультразвукового променя залишається незмінним на протязі дослідження. На рис. 3 показаний фрагмент процедури і результат А-візуалізації головного мозку (ехоенцефалоскопія).

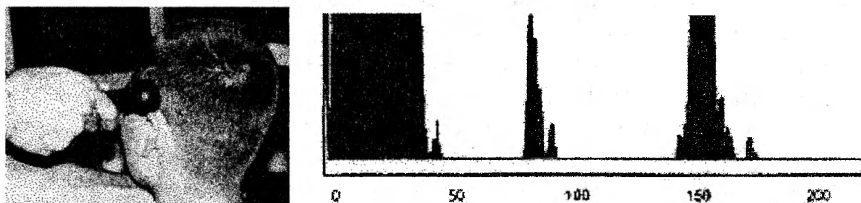


Рис. 3

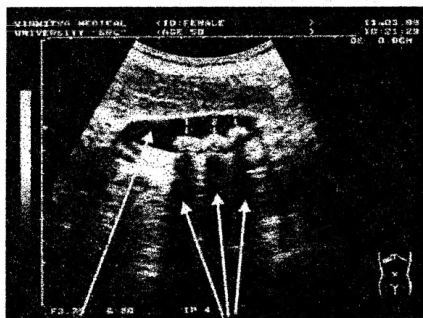
При В-режимі (*brightness mode*) різні за амплітудою відбиті УЗ-промені перетворюються на електричні сигнали різної інтенсивності і відповідно до цього дають на екрані точки відповідної яскравості (рис. 4):

А-режим



Рис. 4

Використання відповідних методів сканування досліджуваних об'єктів дозволяє в реальному масштабі часу одночасно відобразити в В-режимі всю систему відбитих сигналів у площині, в якій відбувається рух УЗ-променів. Отримані при цьому ехотомограми органів і тканин називають ехотомограмами. На рис. 5-10 наведені приклади ехотомограм різних органів, у тому числі й з наявністю патологічних утворень (камінці в жовчному міхурі, капілярна гематома в печінці, асцит у черевній порожнині, додаткова селезінка).

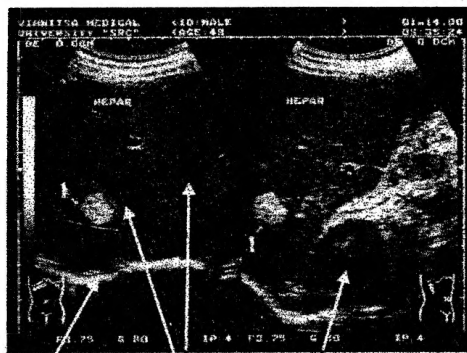


Жовчний міхур

Акустичні тіні, які виникають позаду конкрементів, внаслідок повного відбиття ультразвукового сигналу

1, 2, 3 – конкременти (камінці) середньої ехо-густини

Рис. 5. Ехотомограма жовчного міхура



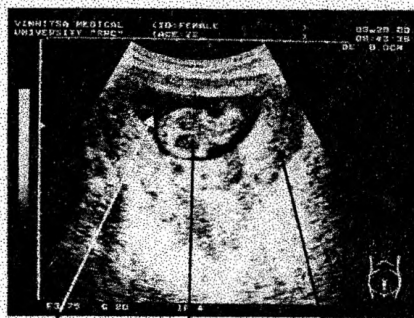
Діафрагма

Печінкові вени

Фрагмент правої нирки

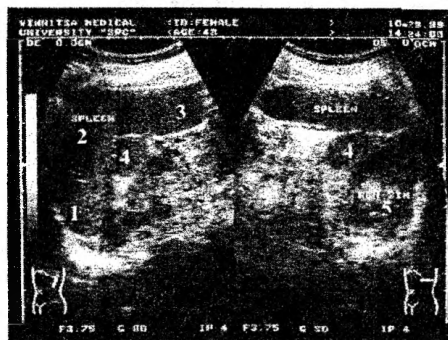
1 – капілярна гемангіома

Рис. 6. Ехотомограма правої частки печінки



Порожнина матки Ембріон М'язовий шар матки (міометрій)

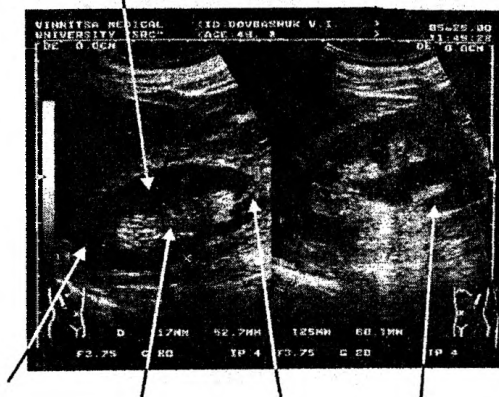
Рис. 7. Ехотомограма матки (вагітність 12 тижнів)



1 – верхня третина; 2 – середня третина; 3 – нижня третина; 4 – додаткова селезінка в ділянці воріт основної селезінки; 5 – фрагмент лівої нирки.

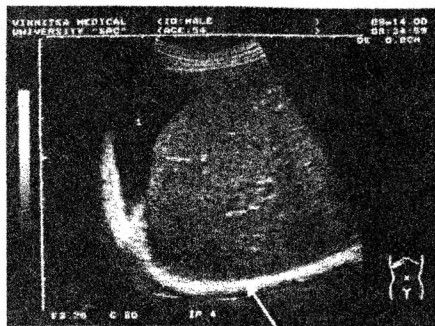
Рис. 8. Ехотомограма селезінки

Паренхіма



Верхній полюс правої нирки Синус нирки Нижній полюс правої нирки Ліва нирка

Рис. 9. Ехотомограма нирок



Діафрагма

1 – вільна рідина в черевній порожнині; 2 – права частка печінки.

Рис. 10. Ехотомограма черевної порожнини

При незмінному напрямку розповсюдження ультразвукового променя може бути отриманий ще один тип ехозображення – М (motion mode) – схограма, яка характеризує переміщення досліджуваних структур у часі. Такий тип ехозображення дозволяє фіксувати зміни у часі глибини місця розташування рухомих біологічних структур, які знаходяться вздовж напрямку розповсюдження ультразвукового променя. Даний метод дослідження знайшов широке розповсюдження при вивченні рухомих структур серця. В залежності від напрямку ультразвукового променя можуть бути отримані ехокардіограми М-типу різних ділянок серця (рис. 11).

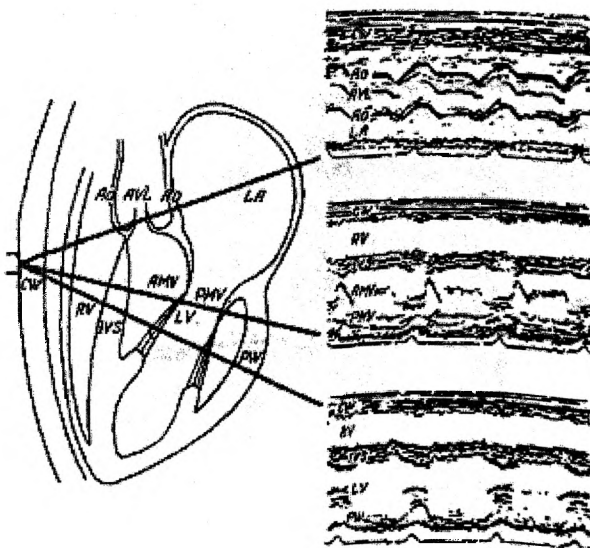


Рис. 11

Наведені вище методи реєстрації ехозображень дають можливість в більшості випадків отримати досить повну діагностичну інформацію. Але в окремих випадках за отриманими перерізами органів і тканин важко уявити просторову конфігурацію досліджуваного об'єкта внаслідок складних анатомо-топографічних співвідношень. Тому в останні роки широко використовуються тривимірні (3D) зображення органів і тканин. При цьому під 3D-зображенням розуміють об'ємний масив даних, який синтезується комп'ютером з набору двовимірних перерізів. Для отримання таких зображень використовують спеціальні датчики і відповідне програмне забезпечення. На рис. 12 показано ультразвукове 3D-зображення плоду:



Рис. 12

Останньою новинкою ультразвукової візуалізації стала можливість отримання, так званих, 4D-зображень внутрішніх органів.

Під 4D-зображенням розуміють можливість спостереження тривимірних зображень з різних сторін (обертання 3D-зображень).

На рис. 13 показані приклади 2D, 3D і 4D-зображень плоду:

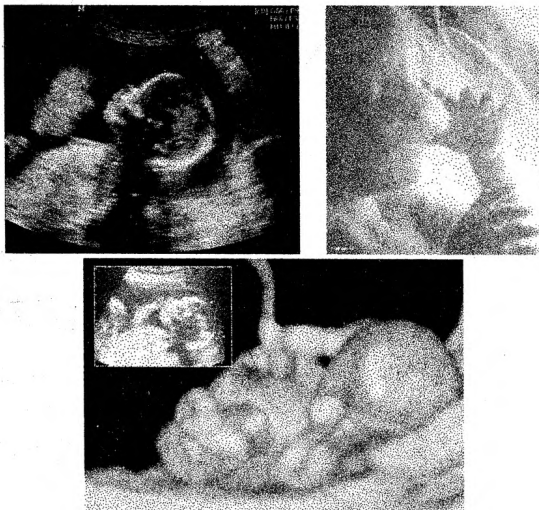


Рис. 13

Відмітимо також ультразвукові доплерівські зображення кровотоку в судинах досліджуваних тканин. При цьому певний колір відповідає певній швидкості і напрямку кровотоку.

Для цього використовують спеціальні датчики, що працюють за ефектом Доплера. Ефект Доплера у випадку медичних УЗ-досліджень полягає у зміні частоти хвиль, які сприймаються еритроцитами крові, внаслідок їхнього руху відносно датчика.

На рис 14 наведений приклад дослідження сонної артерії за допомогою доплерівського метода (в чорно-білому варіанті).

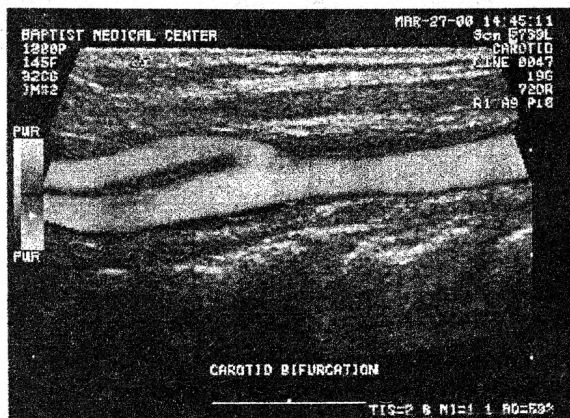


Рис. 14

Рентгенівські зображення

Фізичні принципи візуалізації рентгенівських зображень полягають у різному поглинанні рентгенівського випромінювання неоднаковими за структурою тканинами, хімічній дії на фотоплівку, рентгенолюмінесценції.

Якщо взяти співвідношення масових коефіцієнтів поглинання для кісток ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) і м'яких тканин або води (H_2O), можна отримати:

$$\frac{\mu_{\text{кісток}}}{\mu_{\text{води}}} = 68$$

Така суттєва різниця поглинання рентгенівського випромінювання різними тканинами дозволяє в тіньовій проекції бачити зображення внутрішніх органів на фотоплівці або люмінесцентному екрані.

Найбільш поширеною рентгенологічною процедурою є рентгенографія – отримання на фотоплівці знімків досліджуваних органів. Відмітимо, що застосування сучасних цифрових засобів обробки інформації дозволяє в переважній більшості випадків отримувати рентгенівське зображення ще й на цифровому носії, наприклад, оптичному диску, і переглядати його за допомогою спеціального програмного забезпечення на персональному комп'ютері.

На рис. 15 приведене рентгенівське зображення грудної клітки:

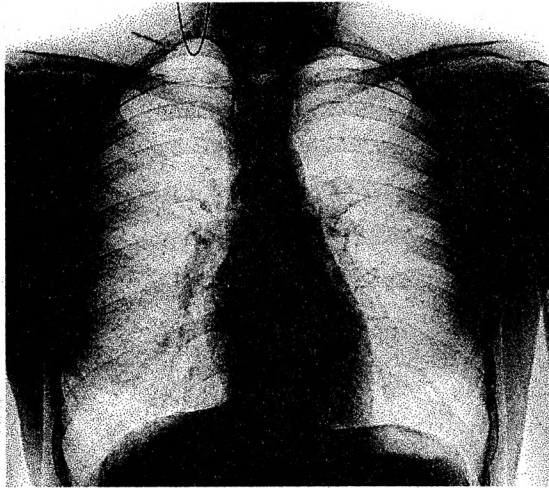


Рис. 15

Якщо досліджуваний орган і оточуючі тканини приблизно однаково поглинають рентгенівське випромінювання, то використовують спеціальні контрастні речовини. Так, наприклад, при рентгенівських дослідженнях шлунка й кишківника використовують сульфат барію, який поглинає рентгенівське випромінювання значно сильніше, ніж оточуючі тканини (порядковий номер барію дорівнює 56). На рис. 16 приведений приклад рентгенівського зображення кишківника з використанням сульфату барію:



Рис. 16

Рідкі контрастні речовини, наприклад, розчини, які містять йод, використовують для дослідження нирок, жовчного міхура, кровоносних судин (порядковий номер йоду дорівнює 53).

У деяких випадках в якості контрастних речовин використовують гази, густина яких менша, ніж густина тканин. Контрастні речовини, які поглинають рентгенівське випромінювання сильніше оточуючих тканин, називають позитивними, а ті, що поглинають менше за оточуюче середовище — негативними.

Методика рентгенологічного дослідження кровоносних судин з використанням контрастної речовини називається ангіографією. При ангіографії в якості контрастних речовин використовують розчини, що містять йод або спеціальні неіонні агенти.

Контрастна речовина вводиться в вену або артерію за допомогою катетера. Після введення контрастної речовини негайно проводиться відповідне рентгенологічне дослідження. На рис. 17 наведений приклад ангіографії судин головного мозку:

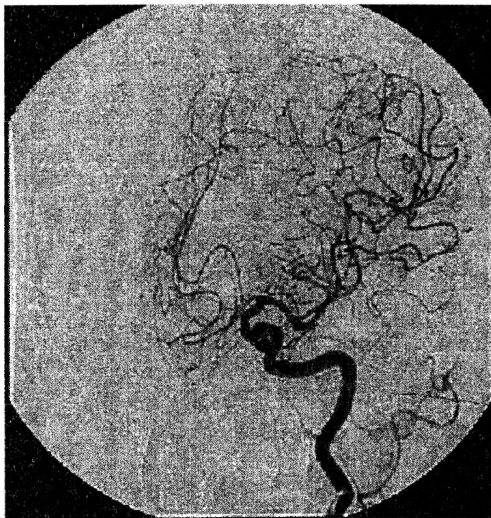


Рис. 17

Різновидом ангіографії є коронарографія — рентгенологічне дослідження судин серця. На рис. 18 показані приклади коронарографічних зображень, отриманих за допомогою спеціального рентгенівського обладнання — коронарографа.

Методика рентгенологічного дослідження молочної залози з використанням контрастної речовини або без неї називається мамографією. Для отримання мамограм використовують спеціалізовані рентгенівські апарати — мамографи. На рис. 19 наведений приклад мамограми з чіткими ознаками пухлини.

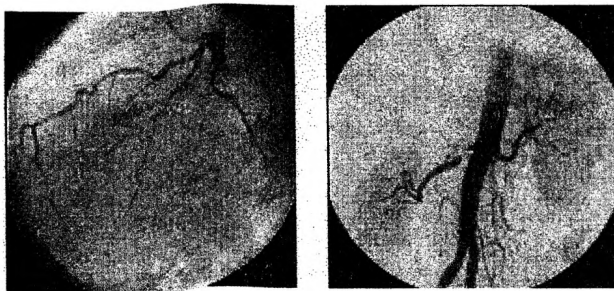


Рис. 18

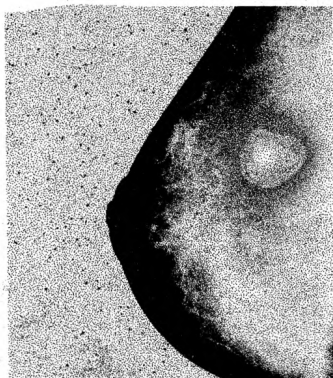


Рис. 19

При необхідності отримання швидких діагностичних відомостей, наприклад, під час операцій або при масових обстеженнях великих частин тіла пацієнта рентгенограми просто розглядають на люмінесцентному екрані. Така рентгенологічна методика називається флюороскопією.

Принципи рентгеновської комп'ютерної томографії

Методи отримання звичайних тінєвих зображень у традиційній рентгеновській діагностиці мають суттєві обмеження. По-перше, при їх використанні завжди отримують двовимірні проекції тривимірних структур, внаслідок чого отримане зображення є результатом накладання декількох планів об'єкта, що значно ускладнює ідентифікацію нормальних і патологічних утворень. По-друге, при стандартних рентгенологічних методах важко диференціювати м'які тканини, оскільки роздільна здатність за густиною не більше, ніж 2 %. Крім того, такі методи не дають можливості кількісної оцінки рентгеновської густини досліджуваних тканин, тому що лікар-діагност цікавлять, перш за все, малі відхилення густини в об'єкті з великим діапазоном густин, а також найбільш точна локалізація патологічних змін. З огляду на це вищевказані недоліки стандартних методів рентгенологічного дослідження в ряді випадків є принциповими.

Надзвичайно важливим для подальшого розвитку медицини стало відкриття в 1973 році нової методики рентгенологічного дослідження, яка називається рентгенівською комп'ютерною томографією (міжнародна назва СТ – computer tomography).

У 1979 році англійські інженери Хаунсфілд і Кормак за розробку методу комп'ютерної томографії отримали Нобелівську премію з медицини.

Рентгенівська комп'ютерна томографія забезпечує отримання сукупності зображень поперечних шарів досліджуваного об'єкта за допомогою математичної обробки множини рентгенівських зображень кожного окремого шару, зроблених під різними кутами. Іншими словами, за допомогою комп'ютера і спеціальних математичних методів, відбувається реконструкція двовимірного зображення певного поперечного шару об'єкта із серії одновимірних проєкцій. Головною і принциповою відмінністю зображення в комп'ютерній томографії від звичайного рентгенівського зображення є те, що воно постає як результат точних вимірювань і обчислень, які відносяться саме до обраного шару. Тому зображення в рентгенівській комп'ютерній томографії не мають перерахованих вище недоліків традиційної рентгенівської діагностики: роздільна здатність за густиною тканин в десятки разів більша, ніж на традиційних рентгенівських знімках, що дозволяє добре диференціювати м'які тканини, розділяти зображення структур, які накладаються одне на одне, і точно визначати ділянки патологічних змін.

Принципи комп'ютерної томографії у графічному вигляді зображені на рис. 20. Точковий рентгенівський випромінювач і детектор синхронно переміщуються з протилежних сторін від досліджуваного об'єкта, "розсікаючи" цей об'єкт поперек. Детектор увесь час реєструє випромінювання, що пройшло через об'єкт. Потім система "випромінювач-детектор" обертається на деякий кут відносно центру об'єкта, і процес сканування повторюється. Усі послідовні сигнали детектора квантуються (переводяться в цифрову форму) за допомогою АЦП (аналого-цифрового перетворювача) і надходять до ЕОМ, де обробляються за спеціальною програмою, в результаті чого синтезується двовимірне рентгенівське зображення досліджуваного шару.

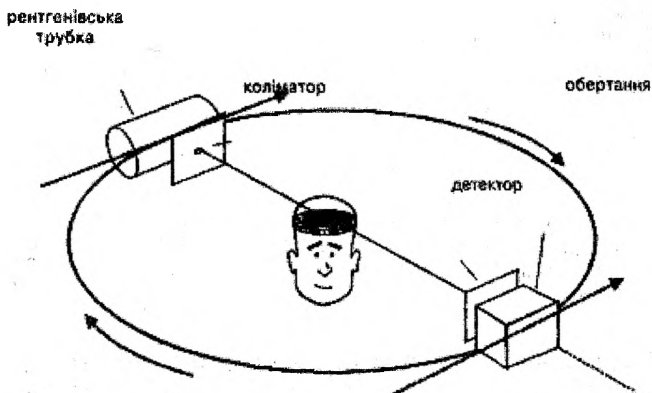
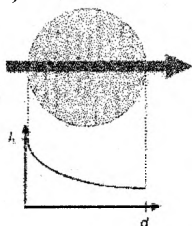


Рис. 20

Інформацію про внутрішню структуру досліджуваного об'єкта в рентгенівській діагностиці несе просторовий розподіл інтенсивності рентгенівського випромінювання, яке пройшло через цей об'єкт. Джерело випромінювання, детектор і відповідно всі промені розташовані в площині, яка співпадає з площиною досліджуваного перерізу. У цьому випадку задача реконструкції зображення зводиться до двовимірної і являє собою пошук розподілу $\mu(x, y)$ в заданому перерізі.

Принципи реконструкції показані на рис. 21:

а) гомогенізований об'єкт, монохроматичне випромінювання:

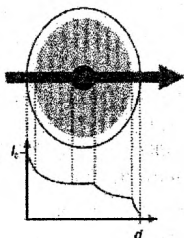


$$I = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot d}$$

$$P = \ln \frac{I_0}{I} = \mu \cdot d$$

$$\mu = \frac{1}{d} \cdot \ln \frac{I_0}{I}$$

б) негомгенізований об'єкт, монохроматичне випромінювання:

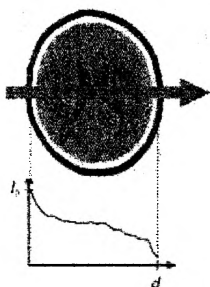


$$I = I_0 \cdot e^{-\mu_1 \cdot d_1 - \mu_2 \cdot d_2 - \mu_3 \cdot d_3 - \dots} = I_0 \cdot e^{-\left[\sum_{i=1}^n \mu_i \cdot d_i\right]} = I_0 \cdot e^{-\int_0^d \mu ds}$$

$$P = \ln \frac{I_0}{I} = \sum \mu_i \cdot d_i$$

$$\mu_i = ?$$

в) негомгенізований об'єкт, поліхроматичне випромінювання:



$$I = \int_0^{E_{\max}} I_0(E) \cdot e^{-\int_0^d \mu(E) ds} dE$$

$$P = \ln \frac{I_0}{I}$$

$$\mu(x, y) = ?$$

I_0 – інтенсивність рентгенівського випромінювання, що падає на об'єкт;
 I – інтенсивність рентгенівського випромінювання, що пройшло через об'єкт;
 μ – коефіцієнт поглинання;
 d – товщина об'єкта.

Рис. 21

Лінійні коефіцієнти поглинання в комп'ютерній томографії визначають у відносних одиницях шкали, яку запровадив Хаунсфілд. Нижня границя цієї

шкали -1000 відповідає поглинанню в повітрі, верхня $+1000$ – поглинанню в кістках, за нуль приймають коефіцієнт поглинання води.

Технічні засоби рентгенівської комп'ютерної томографії

За двадцять років розроблено вже декілька поколінь комп'ютерних томографів. В основному зусилля інженерів спрямовані на зменшення часу сканування і реконструкції зображення.

У томографах першого покоління (рис. 22) сканування досліджуваного об'єкта здійснювалося одним колімованим променем, а випромінювання, яке пройшло через об'єкт, реєструвалося одним детектором. Система "випромінювач-детектор" виконувала 180 лінійних сканувань, обертаючись після кожного сканування на 1° . Томографами першого покоління користувались тільки для дослідження головного мозку.

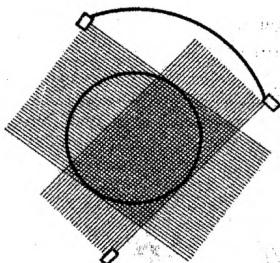


Рис.22

У томографах другого покоління система "випромінювач детектор" також здійснює обертово-поступальний рух відносно досліджуваного об'єкта. Однак замість одного рентгенівського променя сканування виконується рентгенівським пучком (рис. 23), який складається з декількох (від 3 до 52) колімованих променів і такої ж кількості детекторів. При одному лінійному скануванні в цьому випадку знімається сукупність сигналів, яка містить інформацію про цілий набір незалежних проекцій, вимірюваних одночасно. Це дозволяє пропорційно збільшити кутовий крок оберту кількості детекторів і, відповідно, зменшити час сканування одного шару. Починаючи з апаратів другого покоління, рентгенівська комп'ютерна томографія використовується для дослідження всього тіла.

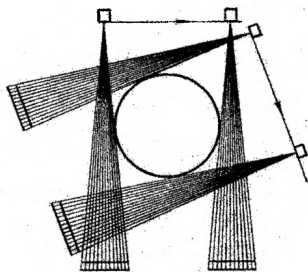


Рис. 23

У томографах третього покоління сканування здійснюється рентгенівським пучком у формі віяла, який повністю перекриває досліджуваний об'єкт (рис. 24):

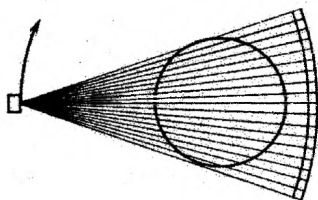


Рис. 24

Система "випромінювач-детектор" безперервно обертається навколо об'єкта на 180° або на 360° . Випромінювач працює в імпульсному режимі, а випромінювання вимірюється великою кількістю (більше 300) детекторів. Час сканування об'єкта не перевищує 5 с.

Системи четвертого покоління різняться від попередніх тим, що детектори в них утворюють нерухомий кільцевидний блок, навколо якого обертаються випромінювач і блок коліматорів (рис. 25):

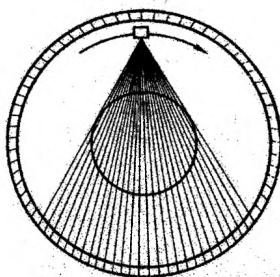


Рис. 25

Кількість детекторів збільшується до 1000. Безперервний рентгенівський пучок у формі віяла повністю перекриває досліджуваний об'єкт. Час сканування не перевищує 1-3 с.

На теперішній час випускаються комп'ютерні томографи різного класу в залежності від їх призначення – складні моделі з великими можливостями для проведення унікальних досліджень і відносно прості й дешеві з обмеженими можливостями, призначені для звичайних досліджень за допомогою відпрацьованих методик.

Отримання зображення перерізу об'єкта в рентгенівській комп'ютерній томографії базується на виконанні таких операцій:

- формування колімованого пучка рентгенівського випромінювання, стабільного за інтенсивністю і спектральним складом;
- сканування досліджуваного об'єкта цим пучком шляхом переміщення випромінювача і системи детекторів відносно об'єкта;
- вимірювання інтенсивності випромінювання, яке пройшло через об'єкт, за допомогою системи детекторів;

- підсилення і перетворення результатів вимірювань у цифрову форму;
- синтез зображення за сукупністю вимірюваних даних, що відносяться до обраного шару;

- візуалізація зображення на екрані дисплею.

Згідно з наведеними вище операціями в рентгенівському комп'ютерному томографі умовно можна виділити такі функціональні вузли:

- рентгенівський випромінювач;
- джерело живлення для рентгенівського випромінювача;
- скануючий пристрій і стіл пацієнта;
- система електронного перетворення вимірюваних сигналів;
- засоби обчислювальної техніки для реконструкції зображення;
- засоби візуалізації.

Зовнішній вигляд рентгенівського комп'ютерного томографа наведений на рис. 26:

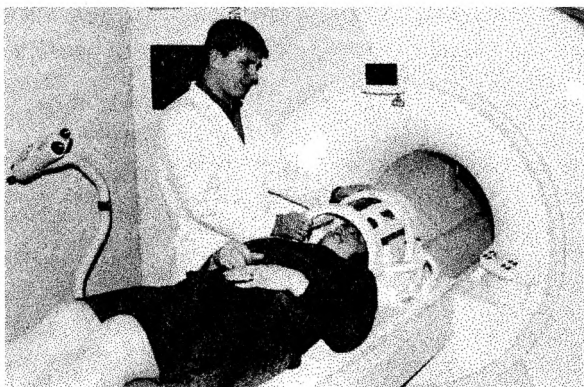


Рис. 26

Робота із зображеннями в рентгенівській комп'ютерній томографії

Результати дослідження в комп'ютерній томографії набувають форми розподілу величини лінійного коефіцієнта поглинання рентгенівського випромінювання в досліджуваному перерізі. Тому напівтонове зображення є зручним способом уявлення отриманої інформації, а суб'єктивна візуальна оцінка зображення може бути проконтрольована лікарем-діагностом за допомогою точних і об'єктивних даних, які можна використовувати для подальшого аналізу.

Об'єм інформації, який міститься в томограмі, при інших рівних умовах приблизно в 100-1000 разів більший, ніж у звичайній рентгенограмі. Для того, щоб лікар зміг найбільш ефективно користуватися цією інформацією, розроблені різні програми дисплейної обробки зображення.

Найчастіше використовують такі програми:

1. Зміна рівня центру вікна одиничними кроками від -1000 до $+1000$ і зміна ширини вікна від 1 до 2000. Вікном називають певну частину повного діапазону значень коефіцієнта поглинання в одиницях Н, якому відповідає перепад величини яскравості екрана напівтонового дисплея від білого до

чорного. Таким чином, завжди можна обрати вікно так, щоб детально розглядати структуру тканин з певною рентгенівською густиною. Усі інші тканини, густина яких не потрапляє до вікна, на екрані будуть відображатися або чорними, або білими, незалежно від реальних значень рентгенівських густин. Змінюючи центр і ширину вікна, можна детально вивчати структуру будь-яких тканин з рентгенівськими густинами, що лежать в діапазоні від -1000 до $+1000$.

2. Обирання певної ділянки та її кількісна оцінка. Оператор може обрати будь-якого розміру і форми ділянку, яка його цікавить, починаючи від точки (елемента зображення або пікселя) до всього зображення. При цьому на екрані дисплея висвічується така інформація: середнє значення рентгенівської густини в обраній ділянці, стандартне відхилення середнього значення рентгенівської густини, кількість елементів зображення (пікселів) в обраній ділянці. Така інформація дає змогу знаходити ділянки з густиною, що різняться від густини оточуючих тканин, які не виражаються візуально на екрані дисплея. При цьому статистично визначається вірогідність різниці середніх значень густини двох порівнюваних ділянок.

3. Для більш детального дослідження структури об'єкта масштаб зображення може бути змінений щонайменше в чотири рази.

4. Накладання на зображення координатної сітки для візуальної оцінки геометричних розмірів обраної ділянки.

5. Віднімання двох зображень одного шару, наприклад, без введення контрастної речовини і після такого введення.

6. Побудова профілю розподілу рентгенівської густини між двома обраними на зображенні точками.

7. Побудова гістограми розподілу ймовірних відхилень від середніх значень вимірюваної величини в обраній ділянці.

8. Розрахунок і відтворення фронтального або сагітального зрізів за сукупністю поперечних перерізів.

У сучасних моделях рентгенівських комп'ютерних томографів програмне забезпечення передбачає можливість реконструкції тривимірних зображень. В цих моделях рентгенівська трубка може рухатись також по спіралі (рис. 27), а сам томограф носить назву спірального.

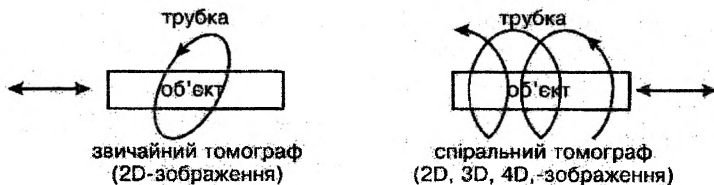
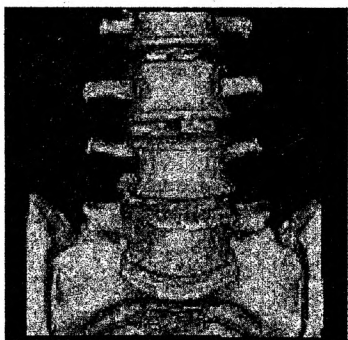


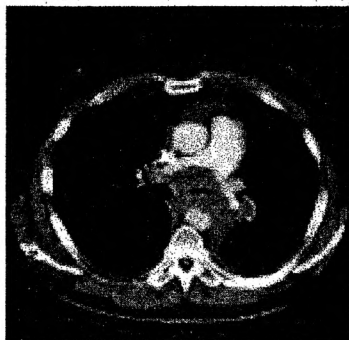
Рис. 27

Як і при візуалізації ультразвукових зображень, під 4D-рентгенівським зображенням розуміють можливість його обертання в різні сторони.

На рис. 28 наведені приклади зображень, отриманих за допомогою томографів різних моделей:



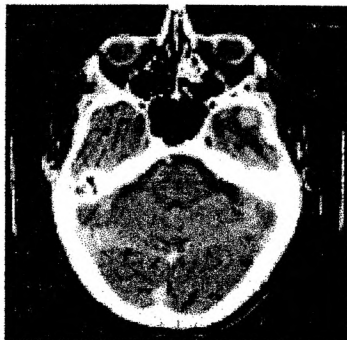
Томограма поперекового відділу
хребта



Томограма органів грудної клітки
(поперечний переріз)



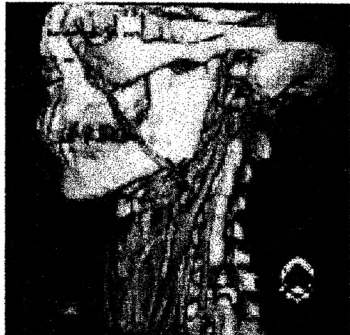
Томограма головного мозку
(поперечний переріз)



Томограма головного мозку
(поперечний переріз)



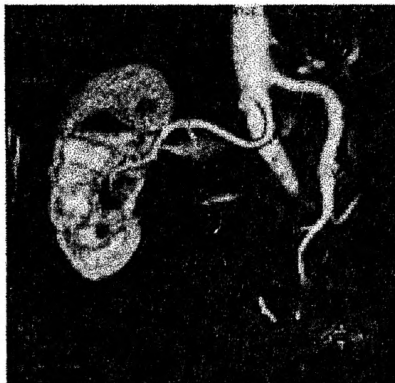
Томограма головного мозку
(тривимірне зображення)



Томограма голови та шії
(сагітальний переріз)



Томограма ступні



Томограма нирки, ниркової артерії та аорти (фронтальний переріз)

Рис. 28

Радіоізотопні зображення

Стабільні елементи та радіоактивні ізотопи в різних процесах життєдіяльності біологічних об'єктів поведуть себе практично однаково. Але завдяки випромінюванню, радіоактивний ізотоп (радіонуклід) завжди можна відрізнити від стабільних елементів, що наявні в організмі. На цьому базується ціла група діагностичних методів, відомих під загальною назвою помічених атомів.

Метод помічених атомів полягає у тому, що в органи або тканини вводять невелику кількість радіонуклідів і визначають їх місце розташування й активність. Радіоактивні ізотопи, які введено в організм, можуть накопичуватись в окремих органах і тканинах. Органи і тканини, особливо чутливі до дії певного ізотопу, називають критичними.

Наводимо деякі радіоактивні ізотопи та відповідні їм критичні органи (див. табл. 2):

Таблиця 2

Радіоактивний ізотоп	Критичний орган
${}^{14}_6\text{C}$	жирова тканина
${}^{32}_{15}\text{P}$, ${}^{45}_{20}\text{Ca}$, ${}^{90}_{38}\text{Sr}$	кістки
${}^{35}_{16}\text{S}$	шкіра
${}^{51}_{24}\text{Cr}$	нирки, легені
${}^{56}_{25}\text{Mn}$	нирки, печінка
${}^{63}_{28}\text{Ni}$, ${}^{65}_{28}\text{Ni}$, ${}^{64}_{29}\text{Cu}$	печінка, легені
${}^{125}_{53}\text{I}$, ${}^{131}_{53}\text{I}$, ${}^{132}_{53}\text{I}$	щитовидна залоза
${}^{55}_{26}\text{Fe}$, ${}^{59}_{26}\text{Fe}$	кров, легені
${}^{42}_{19}\text{K}$, ${}^{204}_{81}\text{Tl}$	м'язи
${}^{210}_{84}\text{Po}$	селезінка
${}^{24}_{11}\text{Na}$, ${}^{75}_{34}\text{Se}$, ${}^{95}_{40}\text{Zr}$	все тіло

Метод помічених атомів дуже чутливий. За допомогою сучасних засобів можливо виявити наявність навіть одного радіоактивного атома. Наявність 10^5 – 10^6 атомів може бути основою для кількісних вимірювань. Висока чутливість дає змогу при вивченні тих чи інших процесів працювати з такою малою кількістю радіоактивних речовин, що практично не впливають на життєві процеси.

В сучасних приладах для радіонуклідної діагностики одержують відповідні зображення досліджуваних органів і тканин. На відміну від ультразвукових і рентгенівських зображень, які дозволяють отримати анатомічну структуру об'єкту, в приладах радіонуклідної діагностики реєструється розподіл спеціально введених в організм людини радіоактивних речовин, що дозволяє судити не тільки про місцезнаходження органу і деталі його будови, але й, що особливо важливо, досліджувати фізіологічні функції.

Наприклад, відомо, що ушкоджена внаслідок інфаркту ділянка міокарда не накопичує радіоактивний препарат. Таким чином, випромінювання від цього місця буде з набагато меншим значенням інтенсивності, ніж від інших ділянок міокарда. Зрозуміло, що зображення такого місця при радіонуклідній діагностиці буде значно відрізнятись (існує термін – "холодна ділянка") від інших частин міокарда ("гарячих ділянок").

Одним із перших приладів для радіонуклідної діагностики був лінійний радіоізотопний сканер (сцинтиграф, гамма-топограф), що мав сцинтиляційний детектор, який рухався вздовж досліджуваної ділянки тіла пацієнта так, як показано на рис. 29. Приклад зображення, отриманого за допомогою лінійного сканера, наведено на рис. 29:

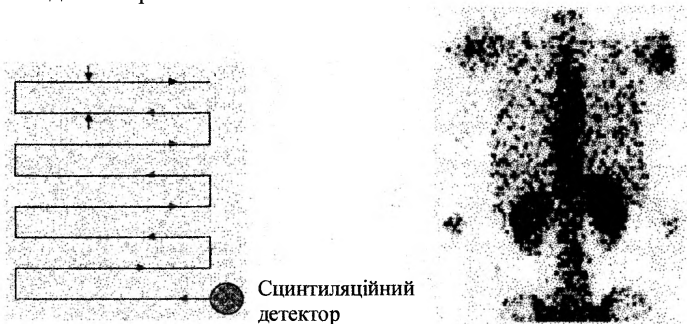


Рис. 29

Принципово нова ідея отримання радіонуклідних зображень була реалізована в приладах, які отримали назву гамма-камер. В гамма-камерах детектор являє собою нерухомий сцинтиляційний кристал досить великого діаметру (30 см). Поверхня такого кристалу поділена спеціальними перегородками в ряд невеликих каналів (рис. 30):

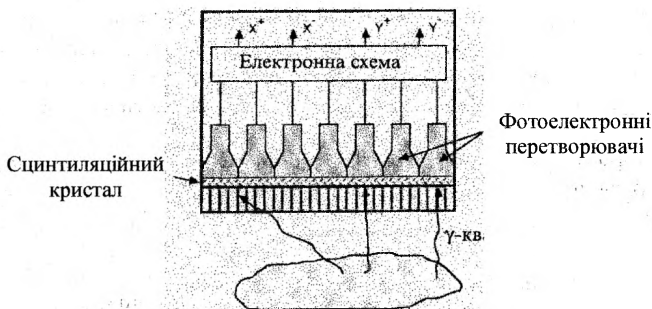


Рис. 30

Оскільки сцинтиляційний кристал має великі розміри, це дає змогу одночасно зареєструвати гамма-кванти від певної поверхні тіла пацієнта. При цьому кожній ділянці досліджуваної поверхні тіла точно відповідає певна ділянка сцинтиляційного кристала, що знаходиться проти цієї поверхні.

Отримане статичне кольорове зображення дозволяє судити про розмір, місцезнаходження, межі, характер патології та проводити діагностику захворювань внутрішніх органів і систем організму ще на стадії порушення обміну речовин. При цьому різні кольори відповідають різним ступеням накопичення радіоактивного ізотопу в досліджуваних органах і тканинах. Гамма-камера і приклад отриманого за її допомогою зображення нирок (у чорно-білому варіанті) наведено на рис. 31:

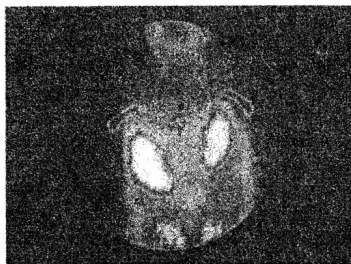


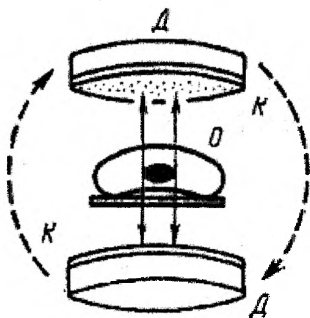
Рис. 31

Емісійна комп'ютерна томографія. SPECT і PET – методи

Подальший розвиток апаратних засобів і засобів обчислювальної техніки дав змогу пошарового радіонуклідного дослідження органів і тканин – емісійної комп'ютерної томографії.

Існує два варіанти реалізації методів емісійної комп'ютерної томографії: ОЕКТ – однофотонна емісійна комп'ютерна томографія (міжнародна назва SPECT); ПЕКТ – позитронна емісійна комп'ютерна томографія (міжнародна назва PET).

Один з можливих варіантів технічної реалізації принципу поперечної ОЕКТ – це звичайна гамма-камера, яка обертається навколо поздовжньої вісі тіла пацієнта (рис. 32):



О – об'єкт, Д – детектор гамма-камери, К – коліматор

Рис. 32

При цьому можна отримати ряд зображень з невеликими кутовими інтервалами. Наприклад, при оберті на 360° і кутовому інтервалі 2° отримують 180 зображень. Цей масив інформації може бути оброблений різними математичними методами, що дає змогу реконструювати перерізи під різними кутами до поздовжньої вісі тіла. Для підвищення ефективності реєстрації гамма-фотонів деякі системи мають дві взаємно врівноважені гамма-камери, розташовані одна напроти одної. Камера для реалізації методики ОЕКТ, а також приклади отриманих зображень головного мозку (у чорно-білому варіанті) наведені на рис. 33:

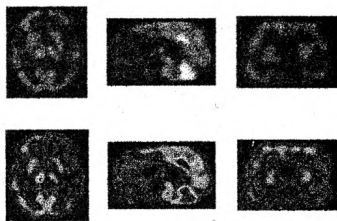
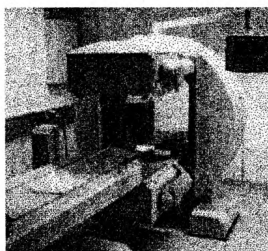


Рис. 33

При використанні ПЕКТ в організм людини вводять спеціальні радіоізотопи, які розпадаються згідно зі схемою позитронного β -розпаду. До таких ізотопів належать: C^{11} ($T_{1/2} = 20,5$ хв.), N^{13} ($T_{1/2} = 10$ хв.), O^{15} ($T_{1/2} = 122$ сек.), F^{18} ($T_{1/2} = 110$ хв.). Позитрони, що випромінюються такими радіонуклідами, взаємодіють з електронами речовини. Цей процес називають анігіляцією, в результаті чого народжуються 2 γ -фотони, які розлітаються в протилежних напрямках. Ці фотони сприймає гамма-камера за допомогою детекторів, розташованих над поверхнею тіла пацієнта (рис. 34):

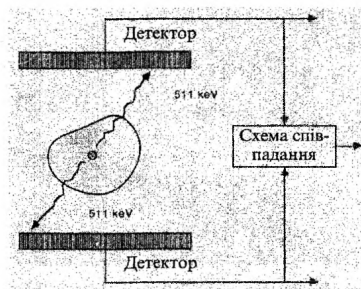


Рис. 34

Оскільки довжина шляху гамма-квантів від місця їх виникнення неоднакова, реєстрація випромінювання в комп'ютері відбувається неодноразово. В результаті цього формується сигнал, який характеризує місцезнаходження джерела гамма-квантів у просторі в досліджуваному органі. Заключна сцинтиграфічна картина, як і при ОЕКТ, показує розподіл радіонуклідів в ізольованому шарі органу людини.

Різниця в зображеннях, отриманих за допомогою ОЕКТ і ПЕКТ, полягає в особливостях радіоізотопів C^{11} , N^{13} , O^{15} , F^{18} , які здатні з'єднуватися з речовинами, що беруть участь в обмінних процесах, наприклад, у головному мозку і серці. Однією з таких речовин є глюкоза. Дослідження, що проводяться за допомогою ПЕКТ-методу, унікальні. Наприклад, зображення кулі головного мозку пацієнта, якому дали радіоактивну глюкозу, різні в залежності від того, закриті чи відкриті в нього очі. Це пояснюється тим, що для переробки інформації, в тому числі тієї, яка надходить з органів зору, мозок поглинає глюкозу. Таким чином, крім традиційних задач радіонуклідної томографії, дослідження за допомогою ПЕКТ може знайти використання в психології, психіатрії, фізіології головного мозку.

На рис. 35 показані зображення, отримані за допомогою ПЕКТ-методів:

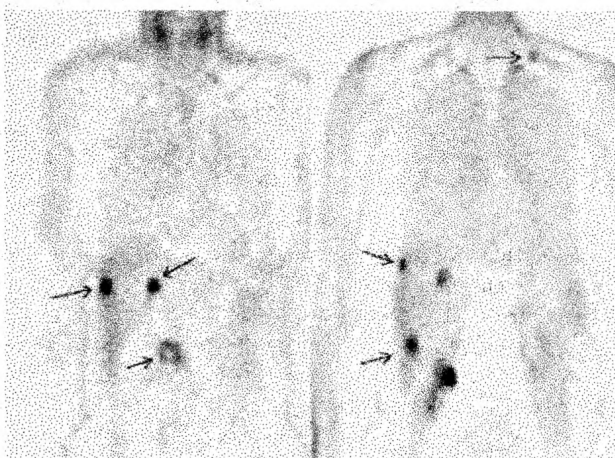


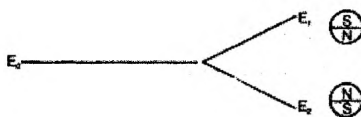
Рис. 35. Пухлина підшлункової залози

Магнітно-резонансні зображення

Атомне ядро має власний момент імпульсу – спин і магнітний момент $\overrightarrow{P_M}$, зумовлені відповідними моментами нуклонів. Таким чином, атомні ядра умовно можна розглядати як маленькі магніти, хаотично орієнтовані у просторі. При розташуванні речовини у зовнішньому магнітному полі відбувається взаємодія цього поля з магнітними моментами ядер речовини. Внаслідок взаємодії магнітні моменти ядер орієнтуються певним чином у просторі (рис. 36). З різними орієнтаціями ядра у зовнішньому магнітному полі зв'язані певні енергетичні рівні (рис. 37):



Рис. 36



E_0 – енергія ядра при відсутності зовнішнього магнітного поля

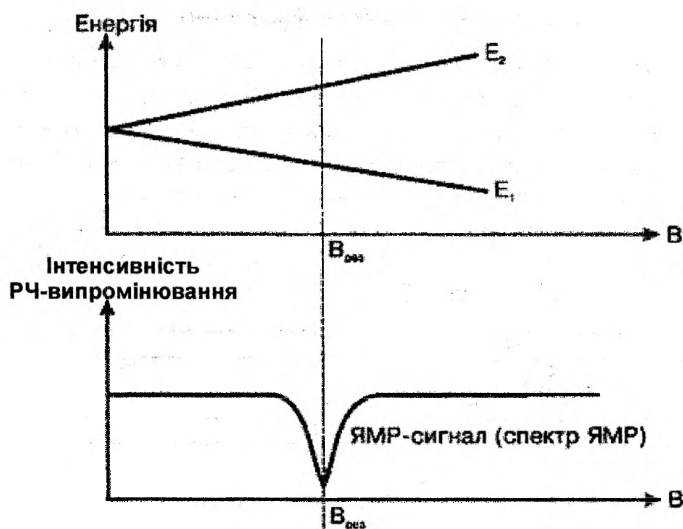
Рис. 37

У такому випадку з'являється можливість спостерігати переходи між енергетичними підрівнями E_1 і E_2 під дією випромінювання певної частоти:

$$h\nu = \Delta E = E_1 - E_2$$

При розрахунках відповідних значень енергії була з'ясована частота фотонів зовнішнього випромінювання, наприклад, для ядер водню – 60-800 МГц, яка відноситься до радіочастотного діапазону електромагнітних хвиль.

Під ядерним магнітним резонансом (ЯМР) розуміють резонансне поглинання енергії фотонів електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону ядрами речовини, розташованої в зовнішньому магнітному полі. На рис. 38 показаний принцип отримання ЯМР-сигналу (спектру ЯМР):



B – індукція зовнішнього магнітного поля;

$B_{\text{рез}}$ – резонансне значення індукції зовнішнього магнітного поля, яке відповідає значенню $\Delta E = h\nu$;

ν – частота РЧ випромінювання.

Рис. 38

ЯМР-спектр є важливим носієм інформації про структуру речовини. Інтенсивність спектральних ліній відповідає кількості ядер, форма і ширина ліній дає змогу вивчати взаємодію ядер і внутрішньо молекулярні зв'язки.

Метод ЯМР використовують для дослідження структури від найпростіших молекул неорганічних речовин до найскладніших молекул живих об'єктів, а також при вирішенні багатьох задач, пов'язаних з протіканням хімічних реакцій.

У випадку дослідження біоб'єктів вивчають частіше всього не спектри поглинання, а спектри випромінювання. Для цього через деякий час припиняють дію електромагнітного випромінювання на об'єкт – о при цьому частина ядер переходить в початковий енергетичний стан (у напрямку по полю) і цей процес супроводжується випромінюванням енергії в радіочастотному діапазоні.

Тіло людини складається в основному з жиру і води. Жир і вода в свою чергу містять множину атомів водню. Таким чином, тіло людини на 63 % складається з атомів водню, які здатні випромінювати ЯМР-сигнали. Метод візуалізації ЯМР-сигналів від атомів водню, який дає змогу пошарового дослідження органів і тканин організму людини, називається магнітно-резонансною томографією (МРТ) (міжнародна назва MRI).

МРТ-зображення показує розподіл атомів водню в досліджуваному шарі об'єкту. Методика МРТ для візуалізації внутрішніх органів людини виглядає таким чином. У великому (вагою декілька тон) магніті розташовується досліджуваний пацієнт. Вздовж тіла створюється додаткове магнітне поле, яке

певним чином змінюється у просторі. Після цього тіло людини послідовно сканується радіочастотним променем і реєструється відповідь у вигляді випромінювання ядер, яке перетворюється на електричні сигнали, що надходять до ЕОМ, обробляються за допомогою відповідних алгоритмів реконструкції та будується зображення шарів досліджуваного органу.

МРТ дає змогу аналізувати і отримувати зображення внутрішніх органів, які відповідають не тільки їх анатомічній структурі, але й їхнім хімічним властивостям. Крім того, кістки не є перешкодою для ЯМР-сигналу, відповідно до цього негативна екрануюча дія кісток не має значення при цій методиці. Також для ЯМР-сигналу не є перешкодою заповнені повітрям порожнини, наприклад, легені, кишківник, шлунок. На рис. 39 наведені приклади МРТ-зображень головного мозку:

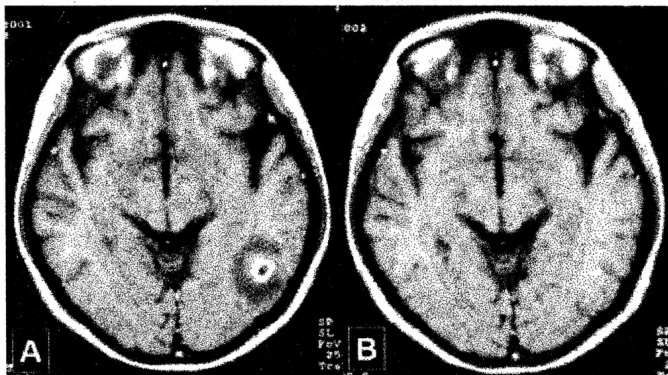


Рис. 39, А – пухлина головного мозку, В – норма

МРТ може застосовуватись не тільки для одержання анатомічної будови, наприклад, мозку, але й вивчення системи кровообігу мозку. Це дозволяє вивчати метаболічні процеси у мозку, як і у випадках позитронно-емісійної томографії. Так звані функціональні МРТ використовуються для визначення активних ділянок мозку та ділянок, що знаходяться у стані спокою. В активних ділянках рівень насичення киснем кровоносних судин вищий, ніж у стані спокою. В умовах кисневого насичення гемоглобін реагує на магнітне поле слабо, що й дає змогу при проведенні МРТ розрізняти такі ділянки.

Теплові зображення

Будь-який фізичний об'єкт з температурою вище абсолютного нуля випромінює інфрачервоне випромінювання. Це саме стосується й тіла людини. Потік випромінювання визначається співвідношенням:

$$\Phi = \epsilon \cdot \sigma \cdot T^4,$$

де Φ – потік випромінювання,
 σ – постійна Стефана-Больцмана,
 T – абсолютна температура,
 ϵ – випромінювальна здатність.

Дослідженнями доведено, що випромінювання тіла людини подібно випромінюванню, так званого, абсолютно чорного тіла, для якого $\varepsilon = 1$. У такому випадку, якщо візуалізувати потік випромінювання з елементів певної ділянки тіла людини, то можна отримати зображення, що характеризує розподіл температури цих елементів. Теплові зображення отримують за допомогою медичних тепловізорів – оптично-електронних приладів для безконтактної реєстрації теплових (температурних) полів покривів шкіри людини. В цих приладах під дією потоку випромінювання, що падає на ІФ-приймач, виробляються відеосигнали, які модулюють яскравість сигналу електронно-променевої трубки, де формується зображення, яке відображає теплове поле об'єкту. При лінійному відображенні (за рахунок лінійного сканування поверхні об'єкту) яскравість елементів зображення на екрані ЕПТ пропорційна температурі просканованих елементів тіла людини.

На зображеннях, отриманих за допомогою сучасних тепловізорів, можна розрізнити елементи з різницею температури $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$. Теплові зображення можуть бути чорно-білими, при цьому різні температури визначаються різними градаціями сірого. У випадку кольорових теплових зображень кожному кольору, від синього до червоного, відповідає певне значення температури випромінюваної ділянки.

На рис. 50 наведені приклади теплових зображень. Найбільшу інформаційну цінність при обробці та аналізі теплових зображень являє порівнювальне дослідження розподілу температур згідно принципу симетрії.



Температурна асиметрія
молочної залози



Травма лівої гомілки



Ушкодження плеча
та спини



Термографічні зони
голови

Рис. 50

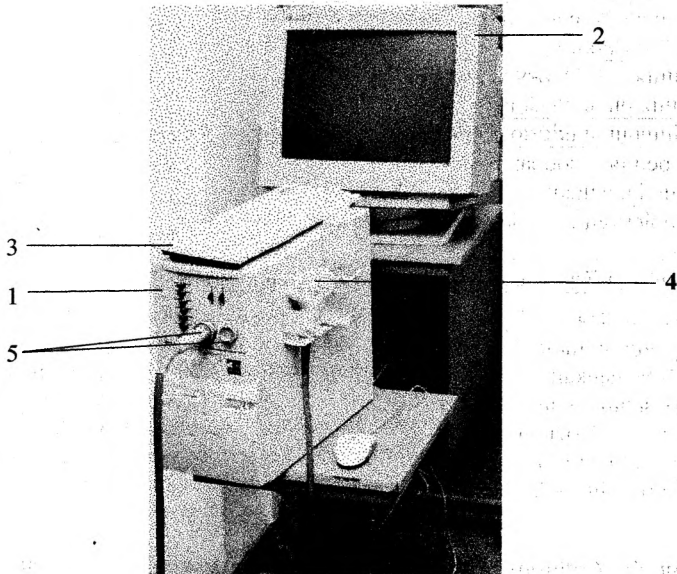
2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Отримання і аналіз ультразвукових зображень

Опис приладу

Для отримання ультразвукових зображень буде використовуватись УЗ-сканер "Сономед-400", побудований на базі сучасного персонального комп'ютера, що дозволяє у відповідності з потребами користувача легко змінювати конфігурацію системи, здійснювати модернізацію програмних і апаратних засобів, під'єднувати додаткове обладнання.

Сфера застосування даного УЗ-сканера: діагностика захворювань в клініці внутрішніх хвороб і акушерсько-гінекологічній практиці.



1 – системний блок; 2 – монітор; 3 – клавіатура; 4 – ультразвуковий датчик;
5 – роз'єднувачі для під'єднання датчиків.

Рис. 51

Сканер "Сономед-400" має широкий вибір датчиків для проведення досліджень. У нашому випадку буде використовуватись конвексний датчик CR60 – 3,5 МГц.

Програмне забезпечення сканера "Сономед-400" функціонує під управлінням системної оболонки Windows NT (російська версія). При цьому основні методи роботи з елементами графічного інтерфейсу Windows використовуються і при роботі з приладом.

В усіх режимах ультразвукових досліджень відповідні параметри управління та результати ультразвукового зондування відображаються на екрані монітора.

В процесі формування зображення використовуються кнопки управління, відображені на екрані монітора, і ручки регулювання приймально-передавального тракту, розташовані на передній панелі системного блоку, у відповідності з таблицею 1:

Таблиця 1

Призначення режимів регулювання	Позначення (приведені російською мовою)
Регулювання зміни коефіцієнтів підсилення по глибині	STC
Регулювання контрастності зображення	Cont
Управління глибиною зондування	Глубина
Управління палітрою В-зображення	
Управління пост обробкою В-зображення	Гамма
Управління ступенем підкреслювання границь між структурами тканин	Оконтуривание
Управління згладжуванням зображення для зменшення рівня шумів	Усреднение
Управління швидкістю поновлення зображення	Корр/с
Перетворення зображення з позитивного в негативне і навпаки	Позитив/Негатив
Зміна орієнтації зображення зліва направо і навпаки	Вправо/Влево
Зміна орієнтації зображення зверху вниз і навпаки	Вверх/Вниз

Ефективність і якість проведення ультразвукових досліджень у медицині залежить від відповідних технічних характеристик апаратури і кваліфікації лікаря. Кваліфікація лікаря визначається високим рівнем професійних медичних знань і значним досвідом роботи у даній галузі. Так як студенти 2-го курсу ще не мають потрібного обсягу знань і навичок роботи з медичною апаратурою, то при виконанні практичної частини будуть розглядатись тільки деякі найпростіші елементи ультразвукових діагностичних досліджень.

Порядок виконання роботи

Завдання №1. Ознайомлення з роботою УЗ-сканера "Сономед-400".

1. Ознайомитись з апаратом для ультразвукових досліджень в реальному масштабі часу "Сономед-400" за його інструкцією (див. розділ "Опис приладу").

2. Занести в протокол лабораторної роботи призначення режимів регулювання приладу (таблиця 1).

3. Занести в протокол лабораторної роботи нижченаведені технічні характеристики датчика, який використовується в даній роботі: конвексний датчик CR-60 з частотою 3,5 МГц.

Завдання № 2. Ультразвукове дослідження щитовидної залози.

Примітка. Завдання виконується тільки разом з викладачем.

1. Увімкнути комп'ютер і дочекатись завантаження ОС та прикладного програмного забезпечення УЗ-сканера (до появи головного меню).

2. Встановити наступні режими регулювання:

"Управление фокусом" – 1

"Управление глубиной" – 90

"Начальный сдвиг" – 0

"Оконтуривание" – Выкл.

"Гамма-корректор" – 6

3. Змастити датчик ультразвуковим гелем і встановити у нижньому відділі шиї пацієнта, та як показано на рис. 52:



Рис.52

4. Після отримання чіткого УЗ-зображення щитовидної залози натиснути кнопку Stop для його фіксації.

5. Зберегти отримане УЗ-зображення на диску, після чого роздрукувати.

6. Порівняти отримане УЗ-зображення з анатомічною будовою щитовидної залози (рис. 53) і визначити, де знаходяться: ліва частка, права частка, перешийок, просвіт трахеї, загальна сонна артерія.

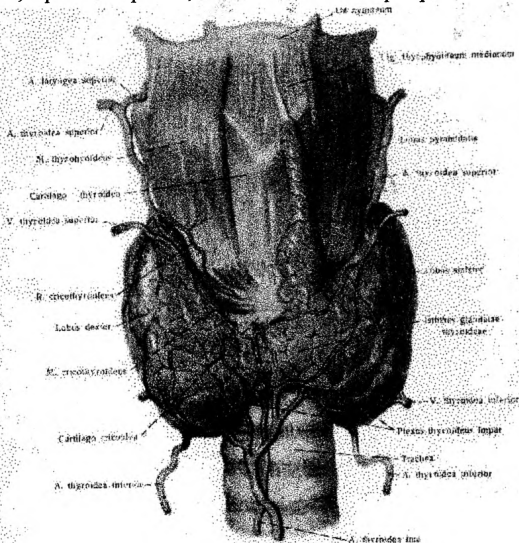


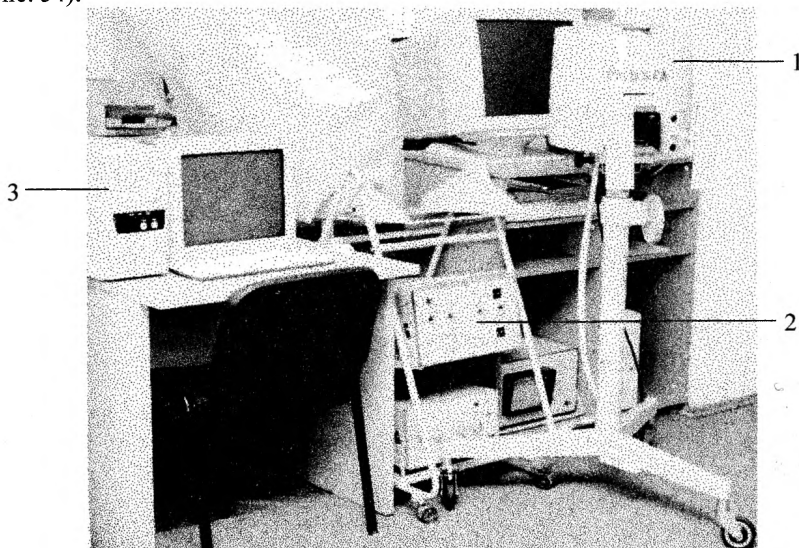
Рис. 53

7. Визначити розмір просвіту трахеї.
8. Закінчити роботу з приладом.

Отримання і аналіз теплових зображень

Опис приладу

Для отримання теплових зображень використовується тепловізор "Радуга-6" з цифровим інтерфейсом для під'єднання до персонального комп'ютера і спеціалізованим програмним забезпеченням обробки зображень "Унімед" (рис. 54):



- 1 – блок приймача;
2 – блок управління з цифровим інтерфейсом для підключення персонального комп'ютера;
3 – персональний комп'ютер.

Рис. 54

Порядок виконання роботи

Завдання №1. Отримання теплових зображень.

1. Підготувати тепловізор до роботи:

- залити рідкий азот у блок приймача (*виконує тільки викладач*);
- встановити відповідні параметри режимів на передній панелі блока керування:

$$CE = 30;$$

$$dE = 20,$$

що відповідає температурному діапазону $30-34^{\circ}$ з $\Delta t = 0,4^{\circ}$;

- увімкнути кнопку "Сеть" блока керування;
- через 15-20 хвилин можна проводити термографічне дослідження пацієнта.

2. Увімкнути персональний комп'ютер, під'єднаний до тепловізора, і дочекатись завантаження ОС Windows.
3. Запустити програму "УниМед 5.0".
4. Після появи головного меню послідовно вибрати режими "Картотека" – "Алфавитная", після чого вибрати картку "Учебная" – "Открыть карточку" – "Термография" – "Снимки".
5. Посадити пацієнта перед блоком приймача.
6. Після появи чіткого теплового зображення вибрати режим "Сохранить" для його зберігання в базі даних.

Завдання №2. Обробка теплових зображень .

1. Провести обробку зображення, яке отримане в попередньому завданні. Для цього подвійним кліком вибрати зображення з бази даних, послідовно вибрати режими "Обработка" – "Режим оцифровки изображений", встановити базову температуру 30°, діапазон 4.
2. Визначити температурні характеристики різних точок зображення. Для цього послідовно встановлювати графічний маніпулятор у відповідні точки зображення, в результаті чого система автоматично визначить координати точок та їх температуру.
3. Переглянути різні зображення, що зберігаються у базі даних. Зробити діагностичний висновок по кожному з них.
4. Закінчити роботу з тепловізором. Для цього закрити вікно програми "УниМед", закінчити роботу з комп'ютером, вимкнути клавішу "Сеть" на блоці управління.

Отримання і аналіз КТ-зображень

Опис приладу

В роботі використовується спіральний рентгенівський комп'ютерний томограф SeleCT SP Marconi Medical System (рис. 55):

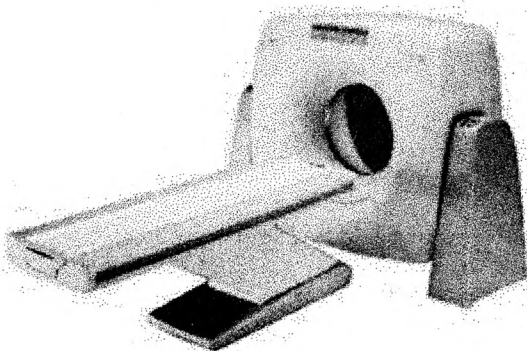


Рис. 55

Основні характеристики приладу:

- час сканування: 360° за 1,8 сек.;
- спіральне сканування: до 60 сек. неперервного спірального сканування;
- мінімальний час реконструкції: 4,5 сек.;
- матриці реконструкції: 340·340, 512·512;
- швидкодіючий комп'ютер SGI INDIG02 з багатозадачною архітектурою, операційна система UNIX;
- пакети програмного забезпечення: 3D-візуалізація, проекції максимальної інтенсивності, об'ємне перетворення (4D-Angio), віртуальна ендоскопія.

Порядок виконання роботи

1. Бути присутнім при проведенні процедури рентгенівської комп'ютерної томографії. Виконується у вільний від занять час за попередньою домовленістю з лікарями кабінету комп'ютерної томографії науково-дослідницького центру Вінницького національного медичного університету (вул. Медведєва, 11).
2. Отримати у лікаря копію результатів обстеження пацієнта (1 на групу) і медичний висновок.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Принципи візуалізації медичних зображень.
2. Методи візуалізації та відповідні їм характеристики фізичних полів.
3. Інформативні параметри медичних зображень.
4. Методи цифрової обробки зображень.
5. Ультразвукові зображення: А-тип, В-тип, М-тип.
6. Ультразвукові зображення: 2D, 3D, 4D.
7. Ультразвукові доплерівські зображення.
8. Рентгенівські зображення. Контрастні речовини. Ангіографія. Коронарографія. Мамографія.
9. Принципи рентгенівської комп'ютерної томографії.
10. Технічні засоби рентгенівської комп'ютерної томографії.
11. Робота із зображеннями в рентгенівській комп'ютерній томографії. 3D-зображення.
12. Радіоізотопні зображення. Метод помічених атомів.
13. Емісійна комп'ютерна томографія. SPECT і PET методи.
14. Магнітно-резонансні зображення.
15. Теплові зображення.

1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Загальні відомості про класифікацію об'єктів

Одним з важливих методів обробки інформації є її класифікація. Класифікація – система розподілу об'єктів по класах (групах) у відповідності з певними ознаками. Під об'єктом розуміють будь-який предмет, процес, поняття, явище матеріального або нематеріального виду. Система класифікації дозволяє згрупувати об'єкти і виділити певні класи, які будуть характеризуватись деякими однорідними властивостями. Стосовно до інформації, як об'єкту класифікації, визначені класи (групи) називаються інформаційними об'єктами. Наприклад, всю інформацію про університет можливо класифікувати згідно багаточисельних інформаційних об'єктів, що характеризуються такими загальними властивостями:

- інформаційний об'єкт "студент" – інформація про студентів;
- інформаційний об'єкт "викладач" – інформація про викладачів;
- інформаційний об'єкт "факультет" – інформація про факультети тощо.

Властивості інформаційного об'єкту визначаються інформаційними параметрами, які називають реквізитами. Реквізити уявляються або чисельними даними, наприклад – вага, зріст, вік, або признаками, наприклад – колір, марка, прізвище. Таким чином, реквізит – невід'ємний інформаційний елемент, який визначає певні властивості об'єкту. Наприклад, реквізити, за допомогою яких у деканаті університету систематизована інформація про студентів, мають такий вигляд:

- прізвище, ім'я, по-батькові;
- рік народження;
- місце народження;
- адреса;
- факультет;
- група тощо.

Перераховані вище реквізити характеризують властивості інформаційного об'єкту "студент".

Для проведення класифікації об'єктів потрібно розробити правила (алгоритми) і процедури обробки інформаційних масивів, уявлених певною сукупністю реквізитів. Алгоритми обробки інформації в залежності від об'єктів класифікації мають різну мету, використовуються для обробки різних інформаційних масивів, реалізовані різними способами. Але при будь-якій класифікації притримуються певних вимог:

- об'єкти класифікації охоплюються повністю;
- реквізити визначаються однозначно;
- завжди існує можливість включення до класифікації нових об'єктів.

В результаті здійснення процедури класифікації об'єктів отримують різного роду класифікатори. Класифікатори являють собою систематизований набір найменувань і кодів класифікаційних груп. Класифікатори поділяються на

державні, галузеві та регіональні. Наприклад, класифіковані галузі промисловості, професії, обладнання, одиниці вимірювання, захворювання тощо.

Розроблено три методи класифікації об'єктів: ієрархічний, фасетний, дескрипторний. Ці методи розрізняються різною стратегією застосування класифікаційних ознак.

Ієрархічна система класифікації

Ієрархічна система класифікації будується таким чином:

- первинна множина елементів складає 0-й рівень і поділяється надалі в залежності від обраної класифікаційної ознаки на класи (групи), які створюють 1-й рівень структури;

- кожен клас 1-го рівня у відповідності вже з власною класифікаційною ознакою поділяється на підкласи, що утворюють 2-й рівень ієрархічної структури;

- кожен клас 2-го рівня аналогічним чином поділяється на групи, що утворюють 3-й рівень і т. ін. (рис. 1):

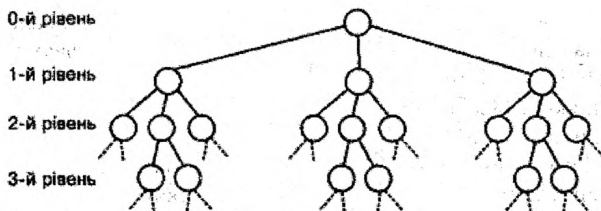


Рис. 1

Враховуючи жорстку процедуру побудови такої структури класифікації, потрібно в першу чергу встановити мету її створення, тобто чітко визначити властивості об'єктів, що об'єднуються у відповідні класи. Ці властивості приймаються у подальшому як ознаки класифікації.

В ієрархічній системі класифікації кожен об'єкт на будь-якому рівні повинен бути віднесеним до одного класу, який характеризується конкретним значенням обраної класифікаційної ознаки. Для подальшої класифікації в кожному новому класі необхідно задати власні класифікаційні ознаки та їх значення.

Кількість рівнів класифікації, що відповідає обраній кількості ознак, називається глибиною класифікації.

Переваги ієрархічної системи класифікації перед іншими структурами такі:

- простота побудови;
- використання незалежних класифікаційних ознак в різних гілках ієрархічної системи.

Недоліки ієрархічних систем класифікації наступні:

- жорстка структура побудови, що приводить до суттєвих складнощів при внесенні будь-яких змін;

– неможливість класифікації об'єктів у випадку заздалегідь непередбачених сполучень ознак.

На рис. 2 наведений приклад ієрархічної структури інформаційного об'єкту "будівлі":

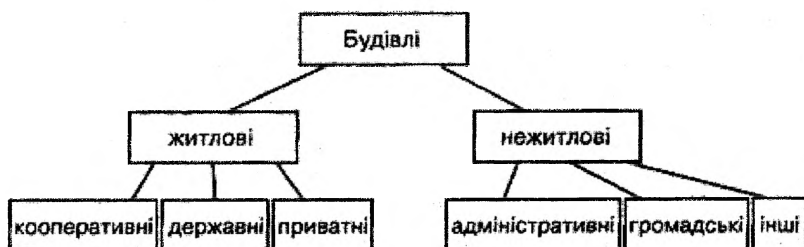


Рис. 2

На рис. 3 наведений фрагмент ієрархічної структури "скарги", яка використовується в комп'ютерних системах ведення історії хвороби.

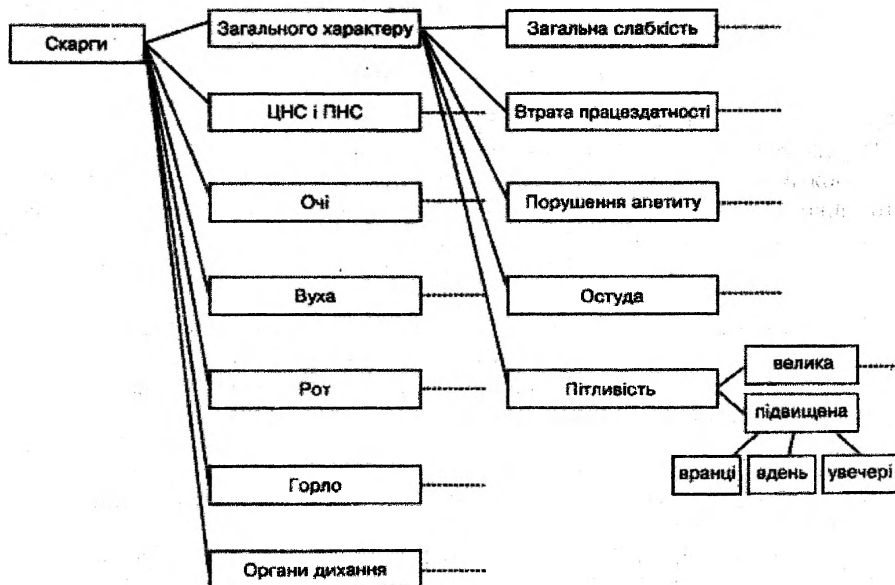


Рис. 3

Фасетна система класифікації

Фасетна система класифікації, на відміну від попередньої, дозволяє обирати класифікаційні ознаки незалежно одна від одної.

В такій системі класифікаційні ознаки називають фасетами (*facet* – рамка). Кожний фасет містить сукупність однорідних значень даної класифікаційної ознаки. Значення ознаки у фасеті розташовується в довільному порядку.

Принцип побудови фасетної системи зображений на рис. 4:

	Φ_1	Φ_2	Φ_3	...	Φ_n
K_1	•	•	•		
K_2	•	•	•		
\vdots	•		•		
K_n	•				

Рис.4

Назви стовпчиків $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$ відповідають обраним класифікаційним ознакам (фасетам), наприклад: колір, розмір одягу, вага, зріст тощо.

В кожній клітинці таблиці зберігається конкретне значення ознаки (умовно зображено точками). Наприклад, фасет колір містить наступні значення: червоний, білий, зелений, чорний, жовтий. Процедура класифікації полягає у присвоєнні кожному об'єкту відповідних значень фасету. При цьому можуть використовуватись не всі фасети. Кожний об'єкт задається у вигляді структурної формули і може бути віднесеним до певного класу:

$$K_s = (\Phi_{12}, \Phi_{21}, \dots, \Phi_{ni}),$$

де Φ_{ni} – відповідний фасет з відповідним значенням.

Переваги фасетної системи класифікації такі:

- можливість класифікації великих і складних інформаційних масивів, тобто використання великої кількості ознак та їх значень для створення відповідних класів інформаційних об'єктів;

- можливість легко модифікувати всю систему без змін структури вже існуючих елементів.

Недоліком фасетної системи класифікації є складність її побудови, так як потрібно враховувати велику кількість класифікаційних ознак.

Як приклад наведемо фрагмент системи "факультет" (табл. 1) з наступними ознаками:

Таблиця 1

Клас	Назва факультету	Вік	Стать	Форма навчання
K_1	Φ_1 – Медичний № 1	B_1 – до 20 р.	Ч	D_1 – бюджет
K_2	Φ_2 – Медичний № 2	B_2 – 20–30 р.	Ж	D_2 – контракт
K_3	Φ_3 – Стоматологічний	B_3 – після 30 р.		
K_4	Φ_4 – Фармацевтичний			
K_5	Φ_5 – Для іноземних громадян			

- фасет "назва факультету" з 5 назвами факультетів;
- фасет "вік" з віковими групами;
- фасет "стать" з 2 градаціями;
- фасет "форма навчання" з 2 значеннями.

Кожен об'єкт даної структури може бути віднесеним до певного класу, наприклад:

$K_1 = \Phi_1 : B_1 : C : D_2$ – факультет медичний № 1, вік до 20 років, чоловіки, форма навчання – контракт;

$K_2 = \Phi_2 : B_3 : C : D_1$ – факультет медичний № 2, вік більше 30 років, чоловіки, форма навчання – бюджет.

Дескрипторна система класифікації

Процедура дескрипторного методу класифікації полягає у наступному:

- відбирається сукупність ключових слів або словосполучень, що описують певну предметну галузь або сукупність однорідних об'єктів. Серед ключових слів можуть знаходитись синоніми;

- обрані ключові слова і словосполучення підлягають процедурі нормалізації, тобто з сукупності синонімів обирається один або декілька, що зустрічаються найчастіше;

- створюється словник дескрипторів – ключових слів і словосполучень, обраних в результаті процедури нормалізації.

Дескрипторна система класифікації широко використовується, наприклад, у бібліотечній системі пошуку.

Як приклад дескрипторної системи класифікації наведемо успішність студентів. Ключовими словами можуть бути обрані: рейтинг, оцінка, екзамен, залік, модуль, викладач, студент, семестр, назва предмету. Тут немає синонімів і тому обрані ключові слова можливо використовувати як словник дескрипторів без процедури нормалізації.

Ще один приклад дескрипторної системи класифікації – навчальна діяльність у вищому навчальному закладі. Ключовими словами можуть бути обрані: студент, викладач, педагог, лектор, асистент, доцент, професор, колега, факультет, підрозділ, аудиторія, кімната, лекція, практичне заняття тощо. Серед перерахованих ключових слів зустрічаються синоніми, тому тут потрібна процедура нормалізації, після чого може бути складений словник дескрипторів.

Загальні відомості про системи класифікаційного кодування

Системи класифікаційного кодування застосовуються для зміни назви об'єктів на певні умовні позначення (код) з метою забезпечення зручної та більш ефективної обробки інформації.

Будь-яка система класифікаційного кодування містить сукупність знаків і правил для позначення відповідних інформаційних об'єктів.

Примітка. Існують також інші види кодів, що застосовуються в техніці для передачі інформації по різних лініях зв'язку (в даній роботі не розглядаються).

Класифікаційні коди (у подальшому коди) будуються на базі певного алфавіту, що складається з букв, цифр та інших символів. Будь-який код характеризується:

- довжиною – кількістю позицій в коді;
- структурою – порядком розташування символів в коді, які використовуються для позначення класифікаційних ознак.

Процедура присвоєння об'єкту кодового позначення називається кодуванням.

Системи кодування поділяються на дві групи: класифікаційні і реєстраційні (рис. 5):

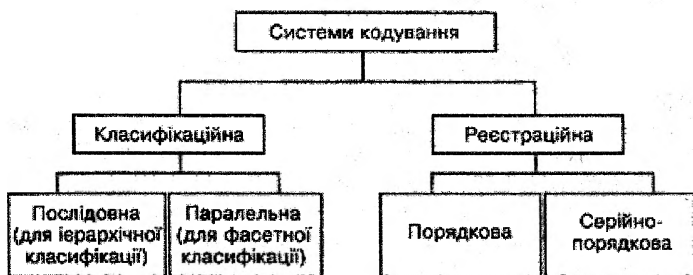


Рис. 5

Класифікаційне кодування

Класифікаційне кодування проводиться після відповідної класифікації інформаційних об'єктів (див. попередні розділи). Розрізняють послідовне та паралельне кодування. Послідовне кодування застосовують для ієрархічної класифікаційної структури.

Послідовний метод полягає у наступному: спочатку записується код старшої групи 1-го рівня, потім код групи 2-го рівня, далі код групи 3-го рівня тощо. В результаті отримують кодову комбінацію, кожний розряд якої містить інформацію про специфіку відповідної групи на кожному рівні ієрархічної структури. Проведемо, наприклад, кодування інформації для фрагменту ієрархічної структури, що зображена на рис. 2. Кількість кодових груп буде визначатись глибиною класифікації (дорівнює 3). Перед початком кодування потрібно визначитись з алфавітом, тобто символами, що будуть використовуватись. Для наочності будемо використовувати десяткову систему числення – 10 арабських цифр.

Аналіз схеми (рис. 2) показує, що довжина коду визначається 3 десятковими розрядами. Кодування кожної групи на кожному рівні здійснюється шляхом послідовної нумерації зліва направо.

У загальному вигляді код можна записати як XXX, де X – значення десяткового розряду. Структура коду буде мати наступний вигляд:

- 1-й розряд використовується для класифікаційної ознаки "будівлі" і має значення – 1;
- 2-й розряд використовується для класифікаційної ознаки "вид будівлі" і має два значення: житлові – 1, нежитлові – 2;

- 3-й розряд "тип будівлі": кооперативні – 1, державні – 2, приватні – 3, адміністративні – 4, громадські – 5, інші – 6.

Подібна система кодування дозволяє легко розшифрувати код будь-якої групи, наприклад: 126 – будівлі нежитлові громадські.

Реєстраційне кодування

Реєстраційне кодування використовується для однозначної ідентифікації інформаційних об'єктів і не потребує попередньої класифікації об'єктів. Розрізняють порядкову і серійно-порядкову систему реєстраційного кодування.

Порядкова система кодування полягає у послідовній нумерації об'єктів числами натурального ряду. Такий порядок може бути випадковим або визначатись після попереднього упорядкування об'єктів, наприклад, за алфавітом. Цей метод використовується у випадку невеликої кількості об'єктів, наприклад, кодування студентів у групі.

Серійно-порядкова система кодування передбачає попереднє упорядкування груп, що складають певну серію, а потім у кожній серії проводиться порядкова нумерація об'єктів. Кожна серія також має порядкову нумерацію. Наприклад, всі абітурієнти розділяються на різні залежно від факультету навчальні групи (у даній термінології – серії). Всередині кожної групи відбувається упорядкування прізвищ за алфавітом і кожний абітурієнт отримує відповідний номер.

Штрихове кодування об'єктів

Існує декілька версій створення штрих-кодів. Згідно найбільш розповсюдженій, винахідником штрихового кодування є американський інженер Девід Колінз. Колінз працював на Пенсільванській залізниці і займався сортуванням вагонів. Молодий інженер вирішив автоматизувати облік цифрових номерів вагонів і запропонував паралельно з цифровим кодом застосовувати маркування з червоних і синіх смуг, послідовно розташованих у спеціальному прямокутнику довжиною в 50 см. Такий код освітлювався прожектором і зчитувався фотоелементом.

Подальші роботи по оптимізації таких кодів дозволили використовувати їх для маркування будь-яких товарів. З 1968 року для зчитування інформації застосовується вузько, направлений лазерний промінь. Сучасні системи зчитування штрих-кодів використовують лазерний промінь розміром 0,25 см і мають високу ступінь захисту від помилок (ймовірність помилки при зчитуванні – 1:1 млн).

Штрихове кодування об'єктів є невід'ємним елементом автоматизованих систем управління у будь-яких сферах виробництва товарів і послуг. Сьогодні більш ніж 500 тисяч компаній у всьому світі приймають участь у системі EAN/UPC, яка розробляє стандарти автоматичної індексації, присвоєння і формування національних фондів штрих-кодів. У 1973 р. в США була створена організація "Універсальний товарний код" (UPC), яка розробляла принципи створення і використання штрих-кодів у промисловості та торгівлі. А з 1977 року у західній Європі для ідентифікації товарів почала використовуватись

аналогічна система "Європейський артикул" (EAN). Обидва коди (UPC і EAN) – сумісні. Таким чином, штрих-код, нанесений на упаковку товару в одній країні, може бути розшифрований у іншій.

Штрих-код являє собою графічне зображення знаків (цифр, букв) у вигляді паралельних штрихів і пропусків різної товщини, призначених для автоматичного зчитування технічними пристроями.

Символи, що використовуються в системі EAN для ідентифікації товарів і послуг, складаються з двох частин. Верхня частина штрих-коду являє собою графічне зображення паралельних штрихів і пропусків між ними, а під ними (нижня частина) – відповідний числовий код, що складається з 13 цифр, які однозначно ідентифікують товар. Верхня частина штрих-коду призначена для автоматичного зчитування технічними пристроями, нижня (цифрова) – для ідентифікації людиною, без спеціальних технічних засобів.

Існують два основних стандарти штрихового кодування: лінійний (одновимірний або 1D) і двовимірний (2D). Лінійними називають штрих-коди, які зчитуються в одному напрямку (по горизонталі).

Лінійні штрих-коди при зчитуванні містять невеликі об'єми інформації (зазвичай 20-30 цифрових символів). Для зчитування лінійних штрих-кодів використовуються нескладні технічні пристрої (сканери).

Двовимірні штрих-коди дозволяють зчитувати великі об'єми інформації (декілька сторінок тексту). Розшифровування таких кодів відбувається в двох вимірах (по горизонталі та вертикалі).

Носієм основної інформації в одновимірному штрих-коді є співвідношення ширини темних смуг (штрихів) і ширини пропусків між ними. Кожна цифра кодується певною кількістю штрихів і пропусків, що мають відповідну ширину і чітко визначене розташування.

Відведене для кожної цифри коду місце називається цифровим знаком і є основною одиницею інформації штрих-коду. Всі цифрові знаки, як правило, мають однакову ширину і складаються з модулів (рис. 6).

Для зручності зчитування штрих-коду автоматичними пристроями використовують двійкову систему запису. Для цього штрихи позначають цифрою "1", а пропуски – "0". Наприклад, штриховий код цифри "5" в системі EAN записується як 0110001 (рис. 7).



Рис. 6

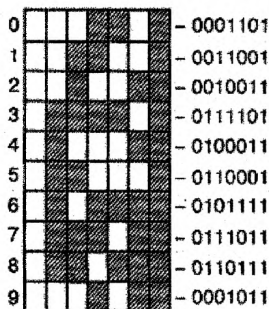


Рис. 7

Нижня частина штрих-коду (у вигляді числових символів) розшифровується таким чином. Перші три цифри в системі EAN визначають країну, де зареєстрована фірма – володар коду. Наступні чотири цифри визначають підприємство (заявник коду), де виробляють або реалізують товари і послуги. Ще п'ять цифр відносять безпосередньо до товару (найменування, розмір, упаковка, колір тощо). Остання цифра в коді є контрольною. Вона обчислюється згідно певного алгоритму з інших знаків і підтверджує, що штрих-код декодований без помилок.

Наприклад, числовий символ (нижня частина штрих-коду): 4600828001881 визначає фармацевтичний препарат анальгін у таблетках 0,5 г № 10 у блістері виробництва російської фірми "Мосхімфармпрепарати". 460 – банк даних Росії, 0828 – "Мосхімфармпрепарат", 00188 – анальгін 0,5 г №10 у блістерній упаковці. При умові випуску цього ж препарату виробником у цій же упаковці, але по 20 пігулок – змінюється одна з цифр в другій частині коду.

Препарат фуросемід у пігулках 0,04 г №50 російського виробника "Мосхімфармпрепарат" має штрих-код (нижню частину): 460 0828 00163 8. Такий же препарат, вироблений у Болгарії, буде мати перші три цифри 380, також зміняться наступні цифри, які визначають підприємство і властивості товару.

МІЖНАРОДНІ СИСТЕМИ КЛАСИФІКАЦІЇ В МЕДИЦИНІ

Міжнародна класифікація хвороб – МКХ (рос. – МКБ, *англ.* – ICD)

Міжнародна класифікація хвороб, травм і причин смерті (МКХ) – типова система кодування, що застосовується в медицині. Першу редакцію було прийнято у 1900 році, і надалі приблизно 1 раз на 10 років МКХ переглядається під керівництвом Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВОЗ). Основу МКХ складають тризначні коди, які є мінімальною вимогою, необхідною для формування статистики для відповідних організацій. В найбільш сучасній версії МКХ-10, на відміну від попередніх, застосовується алфавітно-цифрова система кодування. Необов'язкова четверта цифра забезпечує додатковий рівень деталізації.

Нижче наведені принципи кодування, що застосовуються в МКХ-10 (на російській мові). Класи захворювань та коди для кожного класу:

- (A00-B99) Клас I. Некоторые инфекционные и паразитарные болезни.
- (C00-D48) Клас II. Новообразования.
- (D50-D89) Клас III. Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм.
- (E00-E90) Клас IV. Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ.
- (F00-F99) Клас V. Психические расстройства и расстройства поведения.
- (G00-G99) Клас VI. Болезни нервной системы.
- (H00-H59) Клас VII. Болезни глаза и его придаточного аппарата.
- (H60-H95) Клас VIII. Болезни уха и сосцевидного отростка.

- (I00-I99) Класс IX. Болезни системы кровообращения.
- (J00-J99) Класс X. Болезни органов дыхания.
- (K00-K93) Класс XI. Болезни органов пищеварения.
- (L00-L99) Класс XII. Болезни кожи и подкожной клетчатки.
- (M00-M99) Класс XIII. Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани.
- (N00-N99) Класс XIV. Болезни мочеполовой системы.
- (O00-O99) Класс XV. Беременность, роды и послеродовой период.
- (P00-P96) Класс XVI. Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде.
- (Q00-Q99) Класс XVII. Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения.
- (R00-R99) Класс XVIII. Симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях, не классифицированные в других рубриках.
- (S00-T98) Класс XIX. Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин.
- (V01-Y98) Класс XX. Внешние причины заболеваемости и смертности.
- (Z00-Z99) Класс XXI. Факторы, влияющие на состояние здоровья населения и обращения в учреждения здравоохранения. Эндозкологическая реабилитация и лечение.

Далі послідовно йде класифікація кожного класу, до отримання кодів конкретних хвороб, наприклад, у випадку вірусного гепатиту:

- **(A00-B99) Класс I. Некоторые инфекционные и паразитарные болезни.**
- (A00-A09) Кишечные инфекции.
- (A15-A19) Туберкулез.
- (A20-A28) Некоторые бактериальные зоонозы.
- (A30-A49) Другие бактериальные болезни.
- (A50-A64) Инфекции, передающиеся преимущественно половым путем.
- (A65-A69) Другие болезни, вызываемые спирохетами.
- (A70-A74) Другие болезни, вызываемые хламидиями.
- (A75-A79) Риккетсиозы.
- (A80-A89) Вирусные инфекции центральной нервной системы.
- (A90-A99) Вирусные лихорадки, передаваемые членистоногими, и вирусные геморрагические лихорадки.
- (B00-B09) Вирусные инфекции, характеризующиеся поражениями кожи и слизистых оболочек.
- (B15-B19) Вирусный гепатит.
- (B20-B24) Болезнь, вызванная вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ).
- (B25-B34) Другие вирусные болезни.
- (B35-B49) Микозы.
- (B50-B64) Протозойные болезни.
- (B65-B83) Гельминтозы.
- (B85-B89) Педикулез, акариоз и другие инфекации.

- (B90-B94) Последствия инфекционных и паразитарных болезней.
- (B95-B97) Бактериальные, вирусные и другие инфекционные агенты.
- » B99 Другие инфекционные болезни.

• (B15-B19) Вирусный гепатит.

- B15. Острый гепатит А.
- B16. Острый гепатит В.
- B17. Другие Острые вирусные гепатиты.
- B18. Хронический вирусный гепатит.
- B19. Вирусный гепатит неуточненный.

Для полегшення пошуку кодів хвороб застосовуються відповідні інформаційні технології (бази даних, навігатори тощо), що будуть розглянуті у практичній частині роботи.

Інтернаціональна класифікація первинної допомоги (ICPC)

Світова організація національних коледжів, академії та асоціація практикуючих і сімейних лікарів розробила власну систему класифікації – ICPC. ICPC використовується не тільки для кодування діагнозів, а також терапевтичних процедур і лабораторних досліджень. ICPC – двохкоординатна система. Перша вісь, що надає первинну орієнтацію щодо органів тіла, кодується літерами, а саме діагностичний компонент кодується двома цифрами. За цією системою, наприклад, діагноз пневмонія кодується як **R81 (R – дихальний шлях, 81 – діагностичний компонент)**. Коди процедур – двохрозрядні, наприклад, 42 – дослідження за допомогою електричних приладів тощо.

Діагностичні та статистичні довідники для душевних розладів – DSM.

SNOMED – система обліку людської та ветеринарної медицини

DSM – спеціальні коди, що розроблені Американською психіатричною асоціацією. Перше видання (DSM-I) було опубліковане в 1952 році. Остання четверта редакція (DSM-IV) сумісна з розділом про душевні розлади в ICD-10. Класифікація призначена для лікарів-психіатрів. DSM – багатоосьова система класифікації. Подібно до ICPC, DSM також використовує визначення, що включають критерії для призначення діагнозу. Розлади в системі DSM класифіковані згідно п'яти осей:

- клінічні синдроми;
- особисті розлади і спеціальні розлади розвитку;
- провідні складові фізичного стану;
- психологічні стрес-фактори;
- повне психологічне функціонування.

Система SNOMED (Систематизований облік людської та ветеринарної медицини) дозволяє проводити кодування декількох аспектів хвороби. SNOMED була створена в 1975 році і була переглянута в 1979. Міжнародна версія SNOMED має 11 осей або модулів. Кожна з цих осей формує повну

ієрархічну класифікацію системи. Діагноз в SNOMED може складатися з топографічного коду, морфологічного коду, коду живого організму і функціонального коду. Коли чіткий діагноз для комбінації цих чотирьох кодів існує, визначається діагностичний код. Наприклад, код захворювань, що був прийнятий в морфології осей SNOMED, широко застосовується для виявлення раку.

Клінічна класифікація – RCC

RCC була розроблена на початку 1980-х років у Британії та прийнята Британською національною системою охорони здоров'я в 1990 році. Ця система націлена на те, щоб описати всі умови, що можуть бути занесені в картку пацієнта. Ці умови розташовані в розділах, які поширюються на всі аспекти медичного обслуговування. Усі поняття розташовані в ієрархічній структурі, в яких кожна горизонтальна послідовність надає більше деталей (табл. 2). RCC використовує 5-ти розрядний літерно-цифровий код, який в принципі, дозволяє створити більш ніж 650 мільйонів можливих комбінацій. RCC сумісна з усіма широко використовуваними стандартними класифікаціями. Області, що описуються системою RCC: хвороби; заняття; історія/симптоми; огляд/знаки; діагностичні процедури; радіологія/діагностичні зображення; попереджувальні процедури; адміністрування; лікарські засоби/процедури; вимірювання медичного статусу; діагностично пов'язані групи.

Таблиця 2

Рівень	Термін	RCC показчик міжнародного коду
1	Інфекційні/паразитологічні хвороби	001–139
2	Вірусні хвороби	A5 050–057
3	Краснуха	A56 056
4	Краснуха + неврологічні ускладнення	A560 0560
5	Краснуха + енцефаломієліт	A5601 056.01

Анатоміко-терапевтичне хімічне кодування – АТС

АТС було створено для систематичної та ієрархічної класифікації лікарських засобів. Сьогодні центр, відповідальний за підтримку АТС, розташований в Осло. АТС – це акронім для анатомічної (А) системи органів тіла, на який діє лікарський засіб; терапевтична мета (Т), для якої використовується лікарський препарат; хімічний клас (С), до якого належить препарат. В табл. 3 показані п'ять рівнів АТС-кодування для коду фурсеміду:

Кодовий опис
С Серцево-судинна система
(1-й рівень, головна анатомічна група)
С03 Сечогінні засоби
(2-й рівень, головна терапевтична група)
С03С Високорівневі сечогінні засоби
(3-й рівень, терапевтична група)
С03СА Сульфаніламід
(4-й рівень, хімічна/терапевтична підгрупа)
С03СА01 Фуросемід
(5-й рівень, підгрупа хімічних речовин)

Система АТС приймається як міжнародний стандарт для дослідження застосування ліків.

Система медичних назв (MeSH) та об'єднана медична лінгвістична система (UMLS)

MeSH розвивається та підтримується Національною медичною бібліотекою в Сполучених Штатах з метою індексувати світову медичну літературу. В межах ієрархії MeSH можливо звузити достатньо широке поняття до досить вузького. Наприклад, пневмонія внесена в список як інфекція дихального шляху, а також як хвороба легень. MeSH дозволяє сформувати підстави для Об'єднаної медико-лінгвістичної системи (UMLS).

Проект UMLS – довготерміновий дослідницький проект в Американській Національній медичній асоціації (NLM), метою якої є розвиток ресурсів, що підтримуватимуть інтелектуальний пошук інформації з широкого спектру біомедичних джерел інформації. Проект підтримується командою, що включає в себе, зокрема, лікарів, комп'ютерних та інформаційних фахівців, лінгвістів. Робота проекту привела до формування джерел знання і супровідних програм, що оновлюються і поширюються постійно для клієнтів на DVD-ROM. Діалоговий доступ до джерел знання UMLS забезпечений через Інтернет-сервер, який вимагає коду доступу і може бути знайдений за адресою <http://umisks.nlm.nih.gov/>

2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Робота з системою МКХ–10 (російськомовна версія МОКБ–10)

Завдання №1. Пошук кодів у МКХ-10 за допомогою програми-навігатора.

1. Знайти в мережі Internet програму-навігатор по системі МКХ-10 (зноска "Фармакологический справочник", що знаходиться в розділі "Избранное" Microsoft Internet Explorer).

2. Ознайомитись з побудовою файлової системи навігатора (аналогічна побудові тек у Windows).

3. Знайти і записати в протокол заняття коди наступних захворювань:
 - "холера";
 - "острый гепатит В без дельта-агента с печеночной комой";
 - "рассеянный склероз";
 - "язва желудка, осложненная кровотечением";
 - "перелом надколенника закрытый";
 - "острый трансмуральный инфаркт передней стенки миокарда".

Завдання №2. Пошук кодів МКХ-10 у базі даних.

1. Запустити Microsoft Access.
2. Відкрити базу даних МКХ-10 (файл з розширенням .mkb).
3. Стандартними методами пошуку в БД знайти коди захворювань, що приведені у попередньому завданні.

Знайомство з системою класифікації DSM (російськомовна версія)

Завдання №1. Пошук і порівняння кодів психіатричних розладів у підлітків в різних системах класифікації.

1. Знайти в мережі Internet приклад DSM-класифікації (зноска "Психіатрія", що знаходиться в розділі "Избранное" Microsoft Internet Explorer).
2. Порівняти коди МКХ-9, МКХ-10 і DSM-111 для захворювань, що наведені у таблицях.
3. Записати у протокол заняття класифікацію згідно "Руководства по психиатрии" і коди МКХ-9, МКХ-10 та DSM-111 для захворювання "шизоафективний психоз".

Знайомство з системою класифікації SNOMED (російськомовна версія МКСП)

Завдання №1. Організація кодування в системі SNOMED на прикладі класифікації медсестринської практики.

1. Знайти в мережі Internet приклад SNOMED-класифікації (зноска "Наука", що знаходиться в розділі "Избранное" Microsoft Internet Explorer).
2. Ознайомитись з принципами класифікації сестринського феномену в системі SNOMED.
3. Записати в протокол заняття приклади елементів класифікації для станів "перегревание солнечное", "боль раневая".

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Класифікація об'єктів. Об'єкт класифікації.
2. Властивості інформаційного об'єкта.
3. Ієрархічна система класифікації.
4. Фасетна система класифікації.
5. Дескрипторна система класифікації.

6. Класифікаційне кодування.
7. Реєстраційне кодування.
8. Штрихове кодування об'єктів.
9. Міжнародна класифікація хвороб – МКХ-10.
10. Діагностичні та статистичні довідники для душевних розладів – DSM.
11. SNOMED – система обліку людської та ветеринарної медицини.

1. Handbook of Médical Informatics. Editors: J.H. van Bommel, M.A. Musen. – <http://www.mieur.nl/mihandbook>; <http://www.mihandbook.stanford.edu>
2. І.Є.Будак, Ю.Є.Лях, В.П.Марценюк, І.І.Хаїмзон. Медична інформатика. – Тернопіль, ТДМУ : Укрмедкнига, 2008. – 308 с.
3. Герасевич В.А. Компьютер для врача. Самоучитель. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 512 с.
4. Д.Уоттерман. Руководство по экспертным системам. - М.: Мир, 1989.
5. Лопоч С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистичні методи в медико-біологічних дослідженнях з використанням EXCEL - К.: Моріон, 2001. - 408 с.
6. Долженков В., Колесников Ю. Excel 2003. Библия пользователя. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2004. - 768 с.
7. Тимошок Т.В. Microsoft Access 2003. Краткое руководство.: - М.: Издательский дом "Вильямс", 2005. - 320 с.
8. Інформаційні системи і технології: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл./ С.Г. Карпенко, В.В. Попов, Ю.А. Тарнавський, Г.А. Шпортюк. - К.: МАУП, 2004. - 192 с.
9. Гельман В.Я. Медицинская информатика: практикум. - СПб: Питер, 2001. - 480 с.
10. Г.Харт-Дэвис. Microsoft Windows XP Professional. Полное руководство./ Пер. с англ. - М.: СП ЭКОМ, 2004. - 816 с.
11. Табрусев В. Вивчаємо комп'ютерні мережі. - К.: Вид. дім "Шкіл. світ": Вид. Л. Галіцина, 2005. - 128 с.
12. Чалий О., Дяков В., Хаїмзон І. Основи інформатики. - К.: Вища школа, 1995.
13. Хаїмзон І., Желіба В. Основи медичної інформатики. К.: Вища школа, 1998.

ЗМІСТ

ТЕМА 1.	Техніка безпеки. Вхідний контроль. Вступ та структура медичної інформатики	3
ТЕМА 2.	Комп'ютерні дані: типи даних, обробка та управління. Технології обробки текстової інформації. Текстовий редактор WORD	26
ТЕМА 3.	Комп'ютерні дані: типи даних, обробка та управління. Технології обробки даних за допомогою електронних таблиць. Табличний процесор EXCEL,	44
ТЕМА 4.	Комп'ютерні дані: типи даних, обробка та управління. Системи управління базами даних (СУБД). СУБД Access. Бази даних в медицині	64
ТЕМА 5.	Передача інформації. Мережеві технології. Основи телемедицини	85
ТЕМА 6.	Застосування статистичних методів для обробки результатів медико-біологічних досліджень. Методи біостатистики	104
ТЕМА 7.	Аналіз біосигналів. Методи обробки біосигналів	129
ТЕМА 8.	Візуалізація медико-біологічних даних. Обробка та аналіз медичних зображень	154
ТЕМА 9.	Кодування та класифікація медико-біологічних даних ..	189

Підписано до друку 22.09.2011.
Формат 60х84/16. Папір офсетний.
Гарнітура «Таймс». Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. 13. Замовлення № 6957
Наклад 600 прим.

Віддруковано ФОП Корзун Д.Ю.