

## **Тема:8 „ Типи інформаційних систем в галузі охорони здоров'я. Госпітальні інформаційні системи та їх розвиток. Індивідуальні медичні картки. Структуризація змісту електронних медичних карток (ЕМК).”**

### **Медичні інформаційні системи**

#### **Вимоги до інформації**

Інформаційні процеси (пошук, збирання, зберігання, передавання, опрацювання, використання, захист інформації) присутні у всіх областях медицини і галузі охорони здоров'я. Важливою складовою інформаційних процесів є інформаційні потоки. Від їх впорядкованості залежить чіткість функціонування галузі в цілому і ефективність управління нею. Потоки починаються в місцях виникнення інформації і забезпечують її доставку до місць прийняття рішень. Вони складаються з окремих повідомлень, відображених у сигналах і документах, і рухаються в просторі і часі від джерела інформації до одержувача. Для роботи з інформаційними потоками призначені інформаційні системи (ІС).

*Інформаційною системою (ІС) будемо називати організаційно-впорядковану сукупність документів (масивів документів) та інформаційних комп'ютеризованих технологій (з використанням засобів обчислювальної техніки і зв'язку), що реалізує інформаційні процеси. ІС розрізняють за галузями застосування.*

Обробка інформації в інформаційній системі може здійснюватись ручним, механічним, автоматизованим і автоматичним способами. З появою комп'ютерів відбулась революція в процесах обробки інформації, виникли нові інформаційні технології в медицині і системі охорони здоров'я. Процес залучення нових інформаційних технологій в систему охорони здоров'я і медицину зазвичай називають інформатизацією системи охорони здоров'я.

*Інформатизація – це реалізація комплексу заходів, спрямованих на забезпечення повного і своєчасного використання достовірних знань у всіх видах людської діяльності. Інформатизація системи охорони здоров'я – одна із складових цього процесу. При цьому метою інформатизації є прогрес в системі охорони здоров'я в напрямках розвитку самої служби так і контролю за станом здоров'я її пацієнтів. Технологічною і технічною основою*

інформатизації є досить потужна мережа інформаційних структур, орієнтованих як на медичних працівників так і на населення.

*Моніторинг здоров'я* – це система оперативного стеження за станом і змінами здоров'я населення, що представляє собою механізм отримання різнорівневої інформації для поглибленого оцінювання і прогнозування здоров'я населення за різні часові інтервали, що. Головною метою створення системи моніторингу здоров'я населення є організація на базі нових комп'ютерних технологій державної міжгалузевої системи збору, обробки, збереження і подання інформації, що забезпечує динамічну оцінку суспільного здоров'я та інформаційну підтримку прийняття рішень, направлених на їх покращення.

### Основні аспекти інформатизації медичної діяльності

Інформаційні технології, що використовуються в процесах профілактики, лікування, діагностики та управління охороною здоров'я, є одним із основних об'єктів стандартизації в системі охорони здоров'я та вимагають уніфікації службових документів, основних термінів та понять; єдиного підходу до лікувального процесу.

Можна виділити такі аспекти інформатизації медичної діяльності: медичний, технічний, технологічний, психолого-педагогічний.

Медичний аспект полягає у відповідній підготовці медичних, даних і знань (формалізація, єдність термінології, стандартизація), створенні інтерфейсу загальної структури інформаційної бази, побудові математичних моделей медико-біологічних процесів (фізіологічних і патологічних) і т. ін. Розробка теоретичних моделей подання даних і знань для вирішення відповідних медичних задач і конкретна програмно-апаратна реалізація інформаційної бази на основі розроблених моделей становлять технічний аспект проблеми. Технологічний аспект означає узгодження побудованої технічної системи з технологічною схемою лікувально-діагностичного процесу (образно кажучи, певний «рецептвживлення» системи у лікувально-діагностичний процес). І, нарешті, психолого-педагогічний аспект передбачає відповідну підготовку медичного персоналу.

Задачі, що вирішуються за допомогою комп'ютерних технологій в медицині та охороні здоров'я, надзвичайно різноманітні. Вони розрізняються як за цілями і змістом, так і за напрямками та рівнем використання. Задачі

управління розглядаються у дисципліні «Соціальна медицина і організація охорони здоров'я». У даному підручнику головну увагу приділено задачам інформаційної підтримки роботи медичного персоналу. Умовно їх можна розділити на такі:

- інформаційна підтримка роботи медичного персоналу;
- інформаційне забезпечення термінової допомоги у надзвичайних ситуаціях;
- моніторинг рівня здоров'я населення;
- інформаційне забезпечення наукової роботи.

**Загальна технологічна схема діагностично-лікувального процесу.**

Діагностично-лікувальний процес проходить за технологічною схемою, що зображена на рис. 79.

*Рис. 79. Технологічна схема діагностично-лікувального процесу*

Експериментальні дослідження процесів розумової діяльності людини показали, що 85% часу іде на пошук необхідної інформації, друк, побудову графіків тощо – тобто створення передумов для розумової роботи. Це стосується й роботи медичного дослідника або практикуючого лікаря.

Для автоматизації робіт на кожному з етапів діагностично-лікувального процесу застосовують медичні інформаційні системи (МІС).

Відомі, щонайменше, два підходи до визначення МІС.

У широкому розумінні під *медичною інформаційною системою* розуміють форму організації діяльності в медицині й охороні здоров'я, що поєднує медиків, математиків, інженерів, техніків з комплексом технічних засобів і забезпечує збір, збереження, переробку і видачу медичної інформації різного профілю в процесі рішення визначених задач медицини й охорони здоров'я.

У вузькому розумінні *медичною інформаційною системою* називають комплекс технічних засобів і математичного забезпечення, призначений для збору, аналізу медико-біологічної інформації і видачі результатів у зручному для користувача вигляді.

Таким чином, можна дати наступне визначення: *МІС* – це програмно-технічний комплекс, що готує і забезпечує процеси збирання, зберігання і обробку інформації в медицині й галузі охорони здоров'я.

Основною метою медичних ІС є інформаційна підтримка різноманітних задач надання медичної допомоги населенню, управління медичними закладами і інформаційному забезпеченні системи охорони здоров'я. Окремим завданням є інформаційна підтримка наукових досліджень, навчальної та атестаційної роботи.

Створення медичної інформаційної системи переслідує кілька цілей:

- підвищення якості діяльності медичних працівників і установ охорони здоров'я шляхом організації досконалої (відповідної рівню використовуваних технічних засобів) обробки медичної інформації, у тому числі шляхом удосконалювання процесів керування і планування;
- полегшення праці медичних працівників, ліквідація трудомістких малоефективних процесів ручної обробки й аналізу медичних даних;
- забезпечення ефективного обміну інформацією з іншими інформаційними системами.

За призначенням МІС класифікують на:

- системи, основною функцією яких є накопичення даних (автоматизовані системи обробки даних та (або) інформації, автоматизовані інформаційні та інформаційно-довідкові системи);
- діагностичні та консультаційні системи;
- системи, що забезпечують медичне обслуговування.

Найбільш загальні задачі МІС, що вирішуються у клінічних установах:

- об'єктивізація трактування результатів досліджень (по деяким даним, невірне тлумачення результатів рентгенологічного, електрокардіологічного і лабораторних досліджень приводить у 30% випадків до помилкового діагнозу);

- автоматизація обробки інформації на етапі попередньої роботи медичного персоналу по визначенню діагнозу і виробленню тактики лікування (лікар приймає остаточне рішення з питань діагностики і лікування хворого);
- автоматизація лабораторних досліджень: біохімічних, електрофізіологічних, рентгенорадіологічних інших;
- створення баз (банків) даних: накопичення відомостей про кожного хворого для подальшого аналізу матеріалу, організації обробки цієї інформації відповідним математичним забезпеченням (у тому числі системами управління базами даних – СУБД);
- створення баз знань: накопичення знань експертів в області медицини й системи охорони здоров'я, необхідних для розробки експертних систем діагностики, лікування і реабілітації, профілактичних оглядів, експертизи, планування і управління;
- упорядкування потоку інформації усередині медичної установи (задачі організаційного керування, задачі кадрові, матеріально-технічного постачання, статистичні звіти, оцінка діяльності відділень лікарень по деяких показниках тощо).

Організація МІС єдина тільки в медичному плані: стандартизація медичної інформації, форми медичної документації, прийнята система кодування, математичні моделі, тобто те, що становить медичний аспект проблеми. У технічному плані МІС дуже різноманітні, що означає програмну та апаратну несумісність існуючих МІС (використання машин різних поколінь, різні мови програмування, різні організації внутрішньо машинних баз даних і т. ін.). Це, безумовно, обмежує масове впровадження МІС у практику роботи лікувальних закладів.

Тому на сучасному етапі відбувається перехід від окремих інформаційних систем до інформаційних середовищ. Інформаційні медичні середовища (наприклад, розроблене у Вінницькому державному медичному університеті інтегроване програмне медичне середовище (ІПМС) для відділень стаціонару) – це якісно нова форма організації обміну інформацією у медицині, яка дає можливість інтегрувати в рамках єдиного технологічного процесу МІС різних класів, що пронизані єдиним інформаційним потоком.

В ІІМС здійснюється повна інформатизація всіх етапів лікувально-діагностичного процесу. Тобто, за єдиною технологічною схемою комплексно вирішуються такі завдання, як автоматизація процесу ведення медичної документації, машинна діагностика і прогнозування захворювань, вироблення оптимального плану лікування, організація комп'ютерного медичного архіву. При цьому є можливість підключати додаткові програмні засоби (утиліти) для вирішування допоміжних завдань, що характерні для відділення даного клінічного профілю (медикаментозне забезпечення, харчування, кадри тощо).

### Етапи створення і основні характеристики ІІС

У створенні будь-якої інформаційної системи беруть участь постановник задачі, який представляє інтереси потенційного користувача, і розробник – програміст, який видає кінцеву продукцію – програмний засіб. Процес створення інформаційної системи містить ряд послідовних етапів (рис. 80).

#### *Рис. 80. Етапи створення інформаційної системи*

Формулювання мети дає відповідь на запитання «що потрібно?»

Моделювання дає уявлення про предмет, шляхи розв'язання задачі і формулювання бажаних результатів.

Наступний етап – це словесне (лінгвістичне) описання вищевикладеного з обов'язковим перерахуванням вхідних даних (вхідної інформації) і бажаних форм подання результатів розв'язання (вихідної інформації).

Далі йде формалізований (математизований) опис вищевикладеного, маючи на увазі, що чим глибший рівень формалізації, тим надійніші будуть результати роботи програміста.

Алгоритмізація рішення означає опис послідовності тих дій, які потрібно виконати над вхідною інформацією для того, щоб отримати шукані результати на виході.

Останній етап – це конкретна програмно-апаратна реалізація проекту.

Незважаючи на очевидну різницю інформаційних систем, призначених для розв'язання таких задач, сама по собі постановка кожної з них, окрім

наведених вище етапів має обов'язкову внутрішню структуру, що складається з шести основних характеристик (рис. 81).

*Рис. 81. Внутрішня структура медичної інформаційної системи*

Призначення інформаційної системи, програмного засобу, бази даних тощо містить не лише формулювання мети розроблення, а й визначення змісту та обсягу вхідної і вихідної інформації, а також способів її подальшого використання для досягнення поставленої мети.

Рівень медичної допомоги (долікарський, лікарський, догоспітальний, стаціонарний – неспеціалізований чи спеціалізований) або рівень управління (територіальний, закладу тощо), на якому буде використовуватись розробка, чітко визначає, хто, де і коли може стати користувачем задуманої системи.

Ресурси предметної області, що їх має у розпорядженні користувач, дають можливість йому отримувати всю інформацію, потрібну для введення в систему, і використовувати всю інформацію, що видається системою на виході.

Важливу роль відіграють засоби обчислювальної техніки, на котрих буде реалізована дана розробка, з урахуванням їх доступності для потенційного користувача і можливості включення в комп'ютерні мережі .

Формальні засоби чи моделі є основою побудови інформаційної системи. Для прикладу можна навести назви найчастіше використовуваних при постановці задачі видів формального моделювання: це біологічні, фізичні, кібернетичні та математичні моделі. Дуже поширеним є метод статистичного моделювання, однак використовують також логіко – імовірнісні, концептуальні, евристичні моделі. Широкі можливості для комп'ютерної реалізації дає імітаційне моделювання. Потужним інформаційним засобом є моделі, що базуються на формальному інструменті комп'ютерної графіки, на введенні даних і виведенні результатів у вигляді зображень. До цього можна підключити також інші форми введення і виведення інформації, що пов'язані з різними видами сенсорного сприйняття (звук, тактильні відчуття, запах). Однак ці поки що «екзотичні» методи потребують не чисто програмних, а програмно-апаратних засобів, що є самостійною задачею.

Алгоритмічні і програмні засоби розв'язання задачі чи комплексу задач мають бути однією з складових частин її постановки. Такий алгоритм слід описати хоча б словами, краще – графічно, а ще краще – у вигляді загальноприйнятої стандартної схеми. В будь-якому випадку алгоритм потрібно якомога детальніше узгодити з безпосереднім розробником програми. Велике значення має також вибір програмних засобів, однак це – компетенція розробника, з яким треба узгодити лише питання програмної сумісності.

Основні проблеми, що виникають при розробці МІС, можна згрупувати таким чином:

Розробка форм документів, зручних для фіксації, пошуку й обробки медичної інформації.

Вибір раціональних методів організації медичних даних, що забезпечують ефективний пошук, збереження, відновлення, вибірку інформації з пам'яті комп'ютера.

Розробка комплексу програмно-технічних засобів, що забезпечують передачу даних усередині системи, обмін інформацією з зовнішніми системами, аналіз інформації.

Впровадження й експлуатація МІС. Методичні вказівки по впровадженню системи, порядок заповнення стандартизованих медичних документів, розробка інструкцій з експлуатації МІС.

Остання проблема – одна з найбільш складних і гострих, оскільки тільки на практиці можна перевірити дієвість ідей, реалізованих при розробці МІС. Тому завжди варто мати на увазі, що впровадження МІС приводить не тільки до одержання позитивного ефекту, але і до неминучих витрат.

Ціна впровадження комп'ютерних технологій у медичну діагностику визначається наступними факторами:

- додаткові витрати на придбання, установку і обслуговування необхідного програмно-технічного забезпечення.
- збільшення чисельності персоналу (за рахунок інженерно-технічних працівників);



- необхідність навчання лікарів, як мінімум, елементам комп'ютерної грамотності і, як максимум, правилам ефективної експлуатації впроваджуваної МІС;
- недосконалість програмно-технічного забезпечення (гіпердіагностика, помилки функціонування програмного забезпечення, збої апаратури тощо);
- психологічний бар'єр з боку лікарів стосовно технічних нововведень, особливо з застосуванням комп'ютерних технологій;
- досить швидкий моральний і фізичний знос апаратно-програмних засобів і, як наслідок, необхідність витрат на їхню модернізацію.

### *Класифікація медичних інформаційних систем*

Класифікацію МІС можна здійснювати за різними ознаками.

I. У залежності від ступеня автоматизації процесів збору й обробки інформації МІС поділяються на автоматизовані й автоматичні. В автоматизованих системах частина операцій по збору й обробці інформації виконується людиною. Автоматичні системи припускають повне виключення людини з процесів збору й обробки інформації.

II. У залежності від типу інформаційної бази МІС поділяються на системи, що оперують даними, та системи, що оперують знаннями. Системи другого типу – це експертні системи. Їхнє функціонування істотно спирається на знання, отримані від експертів, а результати функціонування близькі результатам аналітичної діяльності експертів.

III. У залежності від виду розв'язуваних задач МІС можна розділити на такі групи:

- *інформаційно-довідкові* – системи автоматизованого пошуку, вимірювальні системи;
- *інформаційно-логічні* – діагностичні системи; системи прогнозу; системи моніторингу;
- *керуючі* або автоматизовані системи управління.

Інформаційно-довідкова система крім пошуку інформації здатна зробити визначені перетворення інформації і сформувати необхідний документ.

Інформаційно-логічна система призначена для перетворення інформації таким чином, щоб можна було одержати нову інформацію, відсутню в інформаційному масиві.

У системах управління реалізується принципово нова функція – прийняття керуючих рішень.

Найбільш широке поширення в медичних установах одержали інформаційно-пошукові системи (ІПС), які у залежності від характеру інформації поділяються на фактографічні і документальні системи.

Фактографічні ІПС містять інформаційні масиви фактичних даних. Аналогами таких систем виступають «паперові» довідники, каталоги, технічні паспорти. У комп'ютерних ІПС фактичні дані звичайно зберігаються в базах даних (БД) і являють собою таблиці, у колонках яких вказано назви різних характеристик об'єктів, а в рядках дані опису (значення характеристик) цих об'єктів.

Документальні ІПС оперують з інформацією у вигляді документів. Прикладами таких систем можуть бути бібліографічна картотека, картотека з історіями хвороб, інші картотеки. Виконуючи пошук, документальна ІПС надає або номери необхідних документів, або список заголовків, або адреси зберігання шуканих документів. При цьому оцінку інформації, що знаходиться в знайдених документах, робить людина.

Керуючі системи реалізують збір інформації про об'єкт управління, обробку інформації, передачу даних в органуправління, формування керуючого рішення.

IV. МІС можна класифікувати і за ієрархічним принципом, що відповідає багаторівневій структурі охорони здоров'я, як галузі. У цьому випадку їх, зазвичай, розподіляють за чотирма рівнями:

- базовий (або клінічний) рівень (лікарі різного профілю),
- рівень лікувально-профілактичного закладу (поліклініка, стаціонар, диспансер, швидка допомога тощо),
- територіальний рівень (профільні і спеціалізовані медичні служби і регіональні органи керування),
- державний рівень (державні заклади та органи управління).

У межах кожного рівня класифікація МІС здійснюється за функціональним принципом, тобто відповідно до цілей і задач, що розв'язуються системою. Розглянемо цю класифікацію більш докладно.

### Медичні інформаційні системи базового рівня

Ці системи представлені системами інформаційної підтримки технологічних процесів на клінічному рівні (медико-технологічні ІС). Системи цього класу призначені для інформаційного забезпечення прийняття рішень у професійній діяльності лікарів різних спеціальностей. Основна їхня мета – комп'ютерна підтримка роботи лікаря-клініциста, гігієніста, лаборанта тощо. Ці системи дозволяють підвищити якість профілактичної і лікувально-діагностичної роботи, особливо в умовах масового обслуговування при дефіциті часу й кваліфікованих спеціалістів.

Відповідно до розв'язуваних задач медико-технологічні ІС можна розділити на наступні групи: інформаційно-довідкові системи; консультативно-діагностичні системи; приборно-комп'ютерні системи; автоматизовані робочі місця (АРМ) фахівців.

Медичні інформаційно-довідкові системи призначені для пошуку і видачі медичної інформації на запит користувача. Інформаційні масиви таких систем містять медичну довідкову інформацію різного характеру.

Медичні консультативно-діагностичні системи призначені для діагностики патологічних станів (включаючи прогноз і надання рекомендацій щодо способів лікування) при захворюваннях різного профілю та для різних категорій хворих.

Медичні приборно-комп'ютерні системи призначені для інформаційної підтримки і/або автоматизації діагностичного і лікувального процесу, здійснюваних при безпосередньому контакті з організмом хворого (наприклад, при проведенні реєстрації фізіологічних параметрів).

Системи – автоматизоване робоче місце (АРМ) лікаря призначені для автоматизації усього технологічного процесу лікаря відповідної спеціальності (лікувально-профілактичної та звітно-статистичної діяльності, ведення медичної документації, планування роботи, одержання довідкової інформації) й забезпечують інформаційну підтримку при прийнятті лікарем відповідної спеціальності діагностичних і тактичних (лікувальних, організаційних тощо) лікарських рішень.

Розглянемо деякі з цих систем докладніше.

### Інформаційно довідкові системи.

Необхідність накопичення великих об'ємів професійно цінної інформації і оперування ними – одна із проблем, яка виникає в професійній діяльності лікаря.

Інформаційно-довідкові системи полегшують розв'язання цієї проблеми, виступаючи як засіб надійного збереження професійних знань, забезпечує зручний і швидкий пошук необхідних відомостей.

Медичні інформаційно-довідкові системи (бази і банки даних) призначені для введення, збереження, пошуку і виведення медичної інформації відповідно до запиту користувача. Це найпростіший вид медичних інформаційних систем, що використовується на всіх рівнях системи охорони здоров'я.

Системи цього класу не виконують обробку інформації, але забезпечують швидкий доступ до потрібних даних. Інформаційні масиви таких систем містить довідкову інформацію різноманітного характеру. Це і наукова інформація з різних медичних дисциплін, і довідкова, статистична, і технологічна інформація широкого профілю.

Зазвичай, інформаційно-довідкові системи поділяють:

- за видами збереженої інформації (клінічна., наукова, нормативно-правова та ін.);
- за характером інформації (первинна, вторинна, оперативна, оглядово-аналітична, експертна, прогностична та ін.);
- за об'єктивною ознакою (матеріально-технічна база, лікарські засоби та ін.).

Крім того розрізняють документальні, документографічні, фактографічні і повнотекстові інформаційно-довідкові системи. Відповідно, види інформаційного пошуку, які можуть бути здійснені: документальний пошук, тобто пошук відомостей про той чи інший документ, його бібліографічний опис, анотації, реферату; фактографічний пошук, тобто пошук даних та інформації, вилучених з документу.

Важливе значення має інтеграція медичних інформаційно-довідкових систем в єдину інформаційну мережу Internet, що забезпечує доступ будь-якого лікаря – користувача до інформації і обмін цією інформацією.

### Консультативно-діагностичні системи.

Історично консультативно-діагностичні системи (КДС) почали розвиватися одними з перших медичних діагностичних систем. В даний час консультативно-діагностичні системи представлені багато чисельними системами діагностики паталогічних станів (включаючи прогноз) при захворюваннях різноманітного профілю і для різних категорій хворих.

Вхідною інформацією для таких систем є дані про симптоми захворювань, які вводять в комп'ютер в діалоговому режимі, або в форматі спеціально розроблених інформаційних карт.

Діагностичні висновки крім власне діагнозу (або можливих діагнозів), як правило, містить також рекомендації по вибору тактичного рішення і лікувальних заходів.

За способом розв'язання задач діагностики розрізняють імовірнісні і експертні системи. В імовірнісних системах діагностика здійснюється реалізацією одного з методів розпізнавання образів чи статистичних методів прийняття рішень. В експертних системах – реалізується логіка прийняття діагностичного рішення досвідченим лікарем.

В імовірнісних системах часто реалізується так званий байєсовський статистичний підхід, що дозволяє проводити обчислення ймовірності захворювання за його апріорною і умовною ймовірністю, які пов'язують процеси з їх характерними ознаками. Апріорна ймовірність визначається шляхом підрахунку частоти появи того чи іншого стану у вибірці.

Експертні системи належать до класу систем «штучного інтелекту», що містять базу знань з набором евристичних алгоритмів. Найбільш важливі області застосування консультативно-діагностичних систем – невідкладні та загрозливі для життя стани, що характеризуються дефіцитом часу, обмеженими можливостями обстеження і консультацій і нерідко малою клінічною симптоматикою при високому рівні загрози для життя хворого і швидких темпах розвитку процесу.

Досвід використання консультативно-діагностичних систем доводить суттєве підвищення якості діагностики, що не лише зменшує невиправдані втрати, але і дозволяє більш ефективно використовувати ресурси допомоги, регламентувати об'єм необхідних досліджень, і нарешті, підвищити професійний рівень лікарів, для яких така система слугує одночасно і навчальною

Поки консультативно-діагностичні системи не отримали широкого розповсюдження в практичній медицині і, в основному, використовуються як складова частина інших систем, наприклад, медичних прибороно – комп'ютерних систем. Це пов'язано в першу чергу зі складністю задачі діагностики: в реальному житті число можливих ситуацій і, відповідно «діагностичних правил» виявилось таким великим, що система або починає вимагати велику кількість додаткової інформації про хворого, або різко знижується точність діагностики.

### АРМ лікаря.

Створення АРМ лікаря є основою політики інформатизації базового рівня. Автоматизоване робоче місце (АРМ) лікаря здійснює збір, збереження і аналіз медичної (і парамедичної) інформації, що використовується при прийнятті діагностичних і тактичних (лікувальних, організаційних та ін.) лікарських рішень.

Будь-яке автоматизоване робоче місце, у тому числі й АРМ лікаря є сукупність двох елементів: технічного (апаратного) і програмного забезпечення (рис. 82).

#### *Рис. 82. Загальна структура автоматизованого робочого місця*

Технічне забезпечення – це мінімальний технічний комплекс, що для лікаря-організатора (не зайнятого лікувально-діагностичною діяльністю) складається з монітора, системного блоку, клавіатури, маніпулятора типу миша і принтера.

Програмне забезпечення містить у собі сукупність системних (операційна система) і прикладних програм. Перші призначені для забезпечення працездатності комп'ютера і його діалогу з користувачем.

Прикладні програми спеціалізовані. Вони необхідні для вирішення вузької професійної задачі (задач), що стоїть перед працівником даного АРМ.

#### *Автоматизоване робоче місце лікаря діагноста*

Як приклад розглянемо АРМ лікаря, який робить діагностику по добре відомій методиці Фоля, у модифікації Сарчука.

Суть методу полягає в аналізі динаміки зміни електропровідності біологічно-активних точок у залежності від сили тиску електрода на точку і порівнянні досліджуваних параметрів з «інформаційною бібліотекою» відомих нозологій (діагнозів) і стану здоров'я.

АРМ лікаря діагноста (рис. 83) складається із стандартного комп'ютера, оснащеного типовим системним програмним забезпеченням, та принтера. Принтер служить для друку звітної документації (висновків, епікризів, тощо), що генерується спеціалізованим програмним забезпеченням. Крім мінімального технічного комплексу до складу АРМ входить спеціальний вимірювальний пристрій, за допомогою якого лікар-діагност вимірює електропровідність у активних точках. Він складається з пасивного циліндричного електроду – пацієнт тримає його в руці, й активних голчастих електродів – ними лікар-діагност торкається до біологічно-активних точок пацієнта.

Спеціалізована програма здатна вимірювати електричний опір шкіри. Одержувана інформація далі піддається обробці. Вона може необмежено довго зберігатися в архіві і бути використана при необхідності, наприклад, для з'ясування динаміки зміни стану пацієнта.

#### *Рис. 83. АРМ вузького фахівця (лікаря-діагноста)*

Таким чином, у структурі розглянутого автоматизованого робочого місця безпосередній вимір досліджуваного параметра здійснюється за допомогою спеціалізованого вимірювального пристрою, з'єданого з комп'ютером. Типове системне ПО забезпечує функціонування комп'ютера. Прикладне ПО – спеціалізована програма – містить драйвери для вимірювального пристрою, маніпулює отриманими даними, проводить їхній аналіз, робить експертну оцінку стану пацієнта, забезпечує візуалізацію стану пацієнта на екрані монітора і виведення висновку на принтер.

Всі розглянуті вище інформаційні системи базового рівня – можуть і мають входити в структуру АРМ, забезпечуючи автоматизацію всього технологічного процесу: лікувально-профілактичну і звітно-статистичну діяльність, введення документації, планування роботи, отримання довідкової інформації різного роду. За призначенням АРМ, що використовуються на базовому рівні, можна поділити на три групи:

- АРМ лікарів;
- АРМ медпрацівників парамедичних служб (за профілями діагностичних і лікувальних підрозділів);
- АРМ для адміністративно-господарських підрозділів.

До АРМ лікаря (терапевта, хірурга, акушер-гінеколога, травматолога, офтальмолога та ін.) пред'являються вимоги, що відповідають лікарським функціям. Зокрема, АРМ спеціалістів стаціонару можуть розв'язувати наступні задачі:

- ведення профільної формалізованої історії хвороби пацієнта;
- формування діагностичної гіпотези;
- видачу рекомендацій по плану обстежень пацієнта;
- диференціальну діагностику з формуванням клінічного діагнозу;
- видачу рекомендацій по вибору лікувальної тактики;
- фіксацію рішень про назначені методи рішення;
- введення щоденника в історії хвороби, що відображає динаміку станів;
- формування епікризу, карти вибулого із стаціонару пацієнта і розрахунок вартості лікування конкретного хворого.

АРМ застосовують не лише на базовому (клінічному) рівні, але і для автоматизації робочих місць на рівні лікувально-профілактичної установи (ЛПУ), регіону, території.

АРМ лікаря може функціонувати як в автономному режимі, забезпечуючи поточну лікарську діяльність, так і входити складовою частиною в інформаційну систему більш високого рівня.

В структуру інформаційного забезпечення автоматизованого робочого місця лікаря можуть входити наступні підсистеми: медичні приборно-комп'ютерні системи, інформаційно-довідкові системи, консультативно-



діагностичні системи, блок організації роботи, блок обліку і аналізу роботи, блок ведення медичної документації, різноманітні сервісні програми (електронна пошта та ін.).

В даний час розроблені автоматизовані робочі місця для лікарів практично всіх спеціальностей.

### Медичні інформаційні системи рівня лікувально-профілактичного закладу

Вони включають в себе:

МІС консультативних центрів – призначені для забезпечення функціонування відповідних підрозділів і інформаційної підтримки лікарів при консультуванні, діагностиці та прийнятті рішень при невідкладних станах.

Банки інформації медичних установ і служб містять дані про якісний і кількісний склад працівників установи, прикріплене населення, основні статистичні відомості, характеристики районів обслуговування й інші необхідні дані.

Персоніфіковані реєстри (бази і банки даних) – це різновид інформаційно-довідкових систем, що містять інформацію про прикріплений або спостережуваний контингент населення на основі формалізованої історії хвороби або амбулаторної карти. Реєстри забезпечують дільничним, сімейним лікарям, фахівцям, ординаторам можливість швидкого одержання необхідної інформації про пацієнта, контролю за динамікою стану хворого, аналіз якості лікувально-профілактичних заходів, одержання статистичних звітних форм.

Скрінінгові системи призначені для проведення долікарського профілактичного огляду населення, а також для формування груп ризику і виявлення хворих, що потребують допомоги фахівця.

МІС лікувально-профілактичного закладу засновані на об'єднанні всіх інформаційних потоків у єдину систему й забезпечують автоматизацію різних видів діяльності ЛПУ. Відповідно до видів лікувально-профілактичної установи розрізняють такі програмні комплекси: інформаційні системи «Стационар», «Поліклініка» та «Швидка допомога». Вихідна інформація таких систем використовується як для вирішення задач керування

відповідного лікувально-профілактичної установи, так і для вирішення задач системи охорони здоров'я вищого рівня. Розглянемо деякі з них.

### Інформаційні системи консультативних центрів.

Інформаційні системи консультативних центрів відносяться до медичних інформаційних систем рівня лікувально-профілактичного закладу і призначені для забезпечення функціонування відповідних підрозділів та інформаційної підтримки лікарів при консультуванні, діагностиці і прийнятті рішень при невідкладних станах.

Інформаційні системи консультативних центрів поділяються на:

- лікувальні консультативно-діагностичні системи для служб швидкої і невідкладної допомоги;
- системи для дистанційного консультування і діагностики невідкладних станів в педіатрії та інших клінічних дисциплінах.

### Скрінінгові системи.

Як відмічалось раніше, моніторинг здоров'я населення відноситься до пріоритетних напрямків інформатизації системи охорони здоров'я.

Задачі побудови системи моніторингу здоров'я населення розв'язуються на державному, територіальному та на рівні установи. Однією із задач моніторингу є збір інформації про стан здоров'я населення. Схожі задачі розв'язуються сьогодні з допомогою комп'ютерних технологій.

Одним із типів інформаційних систем, що забезпечують розв'язання задачі збору інформації про стан здоров'я населення, є скрінінгові системи.

Скрінінгові системи представляють собою медичні інформаційні системи рівня лікувально-профілактичного закладу. Вони призначені для проведення долікарського профілактичного огляду населення, а також для формування груп ризику і виявлення хворих, які потребують допомоги спеціаліста. Скрінінг здійснюється на основі розроблених анкетних карт чи прямого діалогу пацієнта з комп'ютером.

Задачі, що розв'язується подібними інформаційними системами на рівні амбулаторного закладу, формулюються наступним чином:

підвищення медичної ефективності профілактичних оглядів за всіма основними профілями патології (в 6–10 разів) і перехід від формальної звітності до реального кількісного контролю здоров'я.

Отримання спектру здоров'я не лише окремого пацієнта, а й колективів людей, і відповідно виявлення в інтегральних профілях негативних причин, безпосередньо пов'язаних з особливостями життя даного колективу;

виявлення захворювання на ранніх стадіях проведення і реальна оцінка якості лікувальних і реабілітаційних заходів.

Найважливішим різновидом скрінінгових систем є автоматизовані системи профілактичних оглядів населення. Основним завданням цих систем є виявлення пацієнтів, що потребують направлення до лікарів спеціалістів

**Інформаційні системи лікувально-профілактичної установи**

**Особливості організації інформаційного середовища лікувально профілактичної установи**

Організація інформаційного середовища лікувально профілактичної установи (ЛПУ) визначається організацією лікувально-діагностичного процесу, який схематично можна представити наступним чином.

Лікарі отримують дані про пацієнта з кількох основних джерел: при безпосередньому огляді, при проведенні лабораторних тестів та інструментальних досліджень, із зовнішньої або раніше заповненої медичної документації. Отримані дані інтерпретуються та обговорюються, в результаті чого приймаються рішення про дію на пацієнта – і всі ці процеси можуть неодноразово повторюватися.

*Основні типи даних*

Слідуючи цьому уявленню, можна виділити кілька типів даних, для роботи з якими необхідно використовувати різноманітні інформаційні технології. Ці типи виділяться у відповідності з технологією їх виникнення.

Дані, що генеруються людиною – записи, лікарів в під час лікувально-діагностичного процесу: результати оглядів, результати лабораторних тестів, інтерпретації різноманітних досліджень і тестів та ін.

Дані лабораторних тестів – це дані, які отримуються в лабораторіях як результати тестів на автоматичних аналізаторах.

Дані інструментальних досліджень – це в основному результати візуалізації різних структур організму чи фіксація біологічних сигналів.

Зовнішні дані – це паперові чи плівкові документи, які пацієнт приносить з собою в ЛПУ, або які відновлюються з архівів.

Однією з найважливіших задач процесу інформатизації є забезпечення подання всіх наявних даних у вигляді, зручному для прийняття рішень, як лікарями, так і медичною адміністрацією. На виході інформаційної системи виникає ще один вид даних – узагальнені чи аналітичні дані.

В своїй роботі інформаційна система ЛПУ повинна відображати фактично повний сценарій інформаційних подій, що відбуваються в лікувальній установі. Так, лікар, перед тим, як приступити до виконання своєї роботи, має бути прийнятим на роботу відділом кадрів відповідним наказом в штат конкретного підрозділу. Хворий при поступленні в лікувальний заклад має бути прийнятий прийомним відділенням, де на нього заводять електронну історію хвороби, і звітти направлений у відділення для наступного проходження курсу лікування. У відділенні він має бути оформлений на вільне ліжко в конкретній палаті. У відповідності з цією логікою працюють всі підсистеми медичних інформаційних систем ЛПУ. Таким чином, не може бути оформлена яка-небудь інформаційна подія, якщо перед цим не будуть оформлені належним чином необхідні попередні події. При цьому кожен користувач системи повинен мати свої, строго визначені права доступу для перегляду інформації, її зміни та редагування. Всі ці зміни в електронних документах фіксуються і підтверджуються особистим електронним підписом (паролем) відповідного користувача.

Відповідно до задач управління, ІС ЛПУ включає в себе такі підсистеми: медико-технологічну, організаційну та адміністративну. Ці підсистеми найчастіше зв'язані в єдину локальну мережу.

#### *Рис. 84. Підсистеми ІС ЛПУ*

Медико-технологічна підсистема забезпечує інформаційну підтримку діяльності лікарів різних спеціальностей. МІС базового рівня та технологічні системи рівня ЛПУ повинні входити в структуру медико-технологічної підсистеми, забезпечуючи автоматизацію всього технологічного процесу медичних працівників. Вона звичайно включає в себе:

комплекс АРМ спеціалістів даного ЛПУ, на базі яких здійснюється ведення основної документації (формалізована карта амбулаторного хворого, формалізована історія хвороби тощо), формування баз даних на хворих,

формування звітних документів, інформаційна підтримка прийняття рішень та оцінка результатів діяльності лікаря;

- консультативно-діагностичні системи та центри;
- скрінінгові системи;
- персоніфіковані реєстри;
- інформаційно-довідкові системи і бази даних ЛПУ.

Організаційна (господарська) підсистема вирішує задачі управління потоками хворих, в тому числі оптимізації і завантаження всіх видів ресурсів. Функціонування підсистеми забезпечується комп'ютеризацією робочих місць персоналу регістратури, диспетчерів і медстатистики. Оперативна інформація про рух хворих та про наявність вільних ліжок в стаціонарі, про відвідування поліклінік дозволяє підвищити ефективність вирішення проблем чекання, черги, обрання пріоритетів.

Адміністративна підсистема охоплює фінансово-економічну та адміністративно управлінську сторони діяльності ЛПУ. Підсистема дозволяє вирішувати задачі управління (контроль за діяльністю різних підрозділів, аналіз об'єму та якості роботи лікарів, облік динаміки показників здоров'я прикріпленого контингенту, контроль за плановим терміном спостережень диспансерних груп і терміном лікування в стаціонарі, задачі кадрової та фінансово-економічної політики установи (комплектування штату, облік праці та заробітної плати, облік матеріальних ресурсів, ціноутворення, розрахунки із страховими компаніями, медико-економічні стандарти тощо). Адміністративний розділ роботи медичних установ є найбільш комп'ютеризованим у наш час.

### Інформаційні системи поліклінічного обслуговування.

Інформаційні системи поліклінічного обслуговування є різновидом ІС ЛПУ і призначені для інформатизації діяльності амбулаторно-поліклінічної установи (АПУ).

Основною характерною відмінністю ІС амбулаторно-поліклінічної установи є опора на базу даних населення, приписаного до АПУ, і переважно вирішення організаційних, фінансових і адміністративно-управлінських задач.

Ще одним різновидом ІС ЛПУ є госпітальні інформаційні системи, які розглянемо пізніше.

### *МІС територіального і державного рівня*

Це програмні комплекси, що забезпечують керування спеціалізованими та профільними медичними службами, поліклінічною (включаючи диспансеризацію), стаціонарною і швидкою медичною допомогою населенню на рівні території (міста, області, республіки).

На цьому рівні медичні інформаційні системи представлені наступними основними групами (рис.85):

*Рис. 85. Класифікація МІС територіального та державного рівня*

1. Інформаційні системи територіального органа системи охорони здоров'я, що включають в себе:

- адміністративно-управлінські ІС, які створюють умови для вирішення комплексу організаційних задач керівниками територіальних медичних служб, головними фахівцями в організаційно-методичних відділах, бюро медичної статистики тощо.
- статистичні ІС, що здійснюють збір, обробку й одержання зведених даних по основних медико-соціальних показниках відповідно до територій.

2. Інформаційні системи для вирішення медико-технічних задач, що забезпечують інформаційну підтримку діяльності медичних працівників спеціалізованих медичних служб.

3. Комп'ютерні телекомунікаційні медичні мережі, що забезпечують створення єдиного інформаційного простору охорони здоров'я на рівні регіону.

Серед ІС *державного* рівня, що призначені для інформаційної підтримки системи охорони здоров'я на рівні держави, можна виділити наступні типи.

1. Інформаційні системи державних органів системи охорони здоров'я, що включають такі підсистеми:

- ІС, що здійснюють інформаційну підтримку організації керування міністерством;

– адміністративно-управлінські ІС, що забезпечують функціонування комплексу організаційних задач керування галуззю, що дозволяє оптимізувати розподіл і використання ресурсів різних медичних служб, здійснювати вибір пріоритетних напрямків.

2. Статистичні інформаційні медичні системи, що здійснюють збір, обробку й одержання зведених даних по основних медико-соціальних показниках.

3. Медико-технічні ІС, що здійснюють вирішення задач інформаційної підтримки діяльності медичних працівників спеціалізованих медичних служб на державному рівні і передбачають забезпечення наступності на всіх етапах і рівнях діяльності, ведення державних реєстрів.

У число ІС для вирішення медико-технологічних задач входять інформаційні системи для окремих напрямків: швидкої медичної допомоги; спеціалізованої медичної допомоги, включаючи державні реєстри (фтизіатрія, психіатрія, інфекційні хвороби тощо); лікарського забезпечення.

4. Галузеві медичні інформаційні системи, що здійснюють інформаційну підтримку галузевих медичних служб (Міністерства оборони, Міністерства з надзвичайних ситуацій тощо).

5. Комп'ютерні телекомунікаційні медичні мережі, що забезпечують створення єдиного інформаційного простору охорони здоров'я на рівні держави.

### Інформаційне забезпечення МІС

МІС характеризуються наявністю, як правило, великих обсягів даних і знань. Обробка даних і знань зводиться до трьох основних етапів. На першому етапі елементи інформації розміщуються у визначених структурах – базах даних (БД) і базах знань (БЗ). На другому етапі БД і БЗ піддаються упорядкуванню: змінюється їхня структура, порядок розміщення інформації, характер взаємозв'язків між елементами інформації. На третьому етапі здійснюють експлуатацію БД: пошук потрібної інформації, прийняття рішень, редагування баз даних і знань.

Інформаційне забезпечення МІС складають: історії хвороби, виписки з історій хвороби, епікризів, стандартизованих карт обстеження, діагностичні й

інформативні оцінки показників і станів, критерії ефективності обстеження і лікування, каталог медичних понять і термінів.

У наш час закінчується період автономних медичних комп'ютерних систем, що створюються автономно окремими медичними підрозділами для вирішення своїх задач, і настає період МІС, що взаємодіють між собою. Ця взаємодія має багато аспектів:

По-перше, це використання загально прийнятих і доступних відкритих стандартів як для даних, що зберігаються й обробляються в цих системах, так і для забезпечення способів і механізмів їхньої взаємодії.

По-друге, це технічна (технологічна) стандартизація медичних комп'ютерних систем. Зрозуміло, що інструментальні засоби, що використовуються цими системами, можуть і повинні бути різними (в залежності від певних умов їх створення та використання), але й тут необхідно передбачити максимально можливу стандартизацію (це може стосуватися стандартів до інтерфейсу, протоколів обміну даними, форматів даних, що використовуються).

Сучасні тенденції розвитку МІС свідчать про необхідність і реальну можливість такої стандартизації.



## Медичні апаратно–комп’ютерні системи

### *Поняття про апаратно – комп’ютерні системи.*

Важливим різновидом спеціалізованих медичних інформаційних систем є медичні апаратно-комп’ютерні системи (МАКС). В даний час одним з напрямків інформатизації медицини є комп’ютеризація медичної апаратури. Використання в медичній практиці комп’ютера в поєднанні з вимірювальною та управляючою технікою дозволило створити нові ефективні засоби для забезпечення автоматизованого збору інформації про стан хворого, її обробки в реальному масштабі часу та управління станом пацієнта. Цей процес привів до створення медичних апаратно-комп’ютерних систем, які підняли на якісно новий рівень інструментальні методи досліджень та інтенсивну терапію.

МАКС призначені для інформаційної підтримки і/або автоматизації діагностичного та лікувального процесу, що здійснюються при безпосередньому контакті з організмом хворого. МАКС також називають програмно-апаратними комплексами (пристроями, засобами) чи, більш розгорнуто, апаратно-комп’ютерними та мікропроцесорними медико-технологічними автоматизованими інформаційними системами.

МАКС відносяться до медичних інформаційних систем базового рівня, до систем інформаційної підтримки технологічних процесів. Основною відмінністю систем цього класу є робота в умовах безпосереднього контакту з об’єктом дослідження і, як правило, в реальному режимі часу. Вони представляють собою складні програмно-апаратні комплекси. Для їх роботи окрім обчислювальної техніки, необхідні спеціальні медичні прилади, обладнання, відеотехніка, засоби зв’язку.

Типовими представниками МАКС є медичні системи моніторингу за станом хворих; системи комп’ютерного аналізу даних томографії, ультразвукової діагностики, ЕЕГ, ЕКГ, радіографії; системи автоматизованого аналізу даних мікробіологічних та вірусологічних досліджень, аналізу клітин та тканин людини.

Системи такого класу дозволяють підвищити якість профілактичної та лікувально-діагностичної роботи, особливо в умовах масового обслуговування, коли бракує кваліфікованих спеціалістів та часу.

МАКС забезпечують розв'язання задач із одного з найважливіших напрямків: підвищення продуктивності праці медичних працівників та якості лікувально-діагностичного процесу шляхом впровадження комп'ютерних технологій в діагностику та лікування. Суттєве підвищення якості діагностичного та лікувального процесу в сучасних МАКС досягається за рахунок швидкості та повноти обробки медико-біологічної інформації.

### Коротка історична довідка.

В кінці 60-х років використання засобів обчислювальної техніки в медичній апаратурі дозволило перейти до розробки принципово нових пристроїв. Розвиток йшов у двох зустрічних напрямках: оснащення медапаратури спеціалізованими обчислювальними пристроями і підключення медапаратури до універсальних ЕОМ.

*Перший* напрямок розвивався в основному виробниками медапаратури і почався із застосування найпростіших мікро контролерів, за допомогою яких здійснювалось управління і нескладна обробка інформації. Обчислювальна потужність таких пристроїв дозволяла проводити розрахунки лише після того, як лікар провів обстеження. Результати виводилися, як правило на цифрове табло. Програми, що підтримували роботу пристрою, були невеликими і зберігалися в його постійній пам'яті. Зазвичай програми писалися безпосередньо самим розробником пристрою, так як кожен пристрій був індивідуальним. Існував також дуже жорсткий зв'язок з проєктованим обладнанням.

Другий напрямок розвивався в медичних науково-дослідних інститутах, оснащеними універсальними ЕОМ. Тут ЕОМ поєднували із стандартною медапаратурою. До середини 70-х років були розроблені автоматизовані системи для використання в клініках.

З розвитком засобів обчислювальної техніки недоліки кожного з напрямків знижувались, а можливості поступово вирівнювались. З появою персональних комп'ютерів та їх застосуванням у медичних пристроях, відбувся ще один якісний скачок у медичній техніці. Дякуючи великій обчислювальній потужності ЕОМ, поєднання медичного пристрою та комп'ютера дозволило досягти відмінних результатів.

Сьогодні можна вважати, що обидва напрямки практично повністю зблизилися і МАКС із вбудованими спеціалізованими ЕОМ володіють тими

ж можливостями обробки медичної інформації, що й системи, побудовані з використанням універсальних ЕОМ.

### Класифікація медичних апаратно-комп'ютерних систем

Існує декілька підходів до класифікації медичних апаратно-комп'ютерних систем (рис. 86).

*Рис. 86. Класифікація медичних апаратно-комп'ютерних систем*

### Класифікація за функціональними можливостями

За функціональними можливостями МАКС поділяються на:

- спеціалізовані;
- багатофункціональні;
- комплексні.

Спеціалізовані (одно функціональні) системи призначені для проведення досліджень одного виду (наприклад, електрокардіографічних).

Багатофункціональні системи дозволяють проводити дослідження кількох видів (наприклад, електрокардіографічні та електроенцефалографічні).

Комплексні системи забезпечують комплексну автоматизацію важливої медичної задачі. Наприклад, моніторингова система для автоматизації палати інтенсивного спостереження, що дозволяє відслідковувати найважливіші фізіологічні параметри пацієнтів, а також контролювати функціонування апаратів штучної вентиляції легень.

### Класифікація за призначенням

За призначенням МАКС можуть бути розділені на ряд класів. До них відносяться:

- системи для проведення функціональних та морфологічних досліджень;
- моніторингові системи;
- системи управління лікувальним процесом;
- системи лабораторної діагностики;
- системи для наукових медико-біологічних досліджень.

Широке розповсюдження отримують системи для проведення функціональних та морфологічних досліджень. З їх допомогою здійснюються:

- дослідження системи кровообігу;
- дослідження органів дихання;
- дослідження головного мозку та нервової системи;
- дослідження органів відчуття (зору, слуху та ін.);
- рентгенологічні дослідження (в тому числі комп'ютерна томографія);
- магнітно-резонансна томографія;
- ультразвукова діагностика;
- радіонуклідні дослідження.

Моніторингові системи призначені для довготривалого неперервного спостереження за станом пацієнтів, в першу чергу в палатах інтенсивної терапії, операційних та післяопераційних відділеннях.

До систем управління процесами лікування та реабілітації відносяться автоматизовані системи інтенсивної терапії, системи біологічного оберненого зв'язку, а також протези та штучні органи, створені на основі мікропроцесорної технології.

До систем для лабораторної діагностики відносяться системи, призначені для автоматизованої обробки даних лабораторних досліджень. В їх число входять системи для аналізу біосередовищ та біорідин організму хворого (крові, сечі, клітин, тканин людини та ін.), даних мікробіологічних та вірусологічних досліджень, імуноферментних досліджень та інші.

Системи для наукових медико-біологічних досліджень відрізняються більш широкими можливостями, що дозволяє здійснювати більш детальне та глибоке вивчення стану організму хворого. Крім того, системи для наукових досліджень дозволяють проводити дослідження на тваринах.

### *Основні принципи побудови МАКС*

#### *Структура МАКС.*

У структурі МКПС можна виділити три основні складові: медичне, апаратне та програмне забезпечення.

## *Медичне забезпечення*

Медичне забезпечення будь-якої медичної системи – це комплекс медичних приписів, нормативів, методик і правил, що забезпечують надання медичної допомоги засобами цієї системи. Медичне забезпечення МАКС включає в себе способи реалізації обраного кола медичних задач, розв’язуваних у відповідності з можливостями апаратної і програмної частин системи. До медичного забезпечення відносять набори використаних методик, вимірюваних фізіологічних параметрів та методів їх вимірювання, визначення способів та допустимих границь дії системи на пацієнта. Іншими словами, медичне забезпечення включає в себе методичні та метрологічні питання.

## *Апаратне забезпечення МПК*

### *Деякі елементи обчислювальної техніки*

Аналогово-цифровий перетворювач. В апаратурі для знімання медико-біологічної інформації здійснюється перетворення фізичних характеристик стану пацієнта в аналогові електричні сигнали. Під аналоговим сигналом розуміють неперервний електричний сигнал, один з параметрів якого (наприклад, напруга) відповідає інтенсивності біофізичних характеристик (наприклад, температури тіла, органу, тканини).

В той самий час комп’ютер може обробляти інформацію, представлену лише в числовій формі. Вся інша інформація для обробки на комп’ютері повинна бути перетворена в числову форму. Тому аналогові сигнали, отримані апаратурою для зняття медико-біологічної інформації, для вводу в комп’ютер мають бути перетворені в цифрову форму.

Одним із стандартних пристроїв перетворення безперервного сигналу в послідовність окремих цифрових сигналів для вводу інформації в комп’ютер чи мікропроцесорний пристрій слугує аналогово-цифровий перетворювач (АЦП). Під цифровою формою тут розуміється представлення сигналу в двійковій системі числення, де наявність електричного сигналу відповідає цифрі 1, а його відсутність – цифрі 0. На вхід АЦП подається аналоговий сигнал, на виході отримуємо цифровий (див. рис. 87).

*Рис. 87. Принцип дії аналогово-цифрового перетворювача*

Найбільш важливими характеристиками АЦП є розрядність та швидкодія. З розрядністю пов'язана точність перетворення сигналу. З швидкістю пов'язана можливість передачі сигналів, що швидко змінюються. Відомо, що будь-який сигнал може бути представлений набором певної кількості гармонік (синусоїдальних сигналів). І чим швидше змінюється сигнал, там більше гармонік необхідно для адекватного представлення сигналу. Представлення сигналу у вигляді набору синусоїд називається спектром сигналу. Прийнято говорити про максимальну частоту спектральної ділянки, що займає сигнал. Для задовільної передачі сигналу АЦП повинен працювати з частотою, що в два рази перевищує максимальну частоту спектру сигналу.

Під апаратним забезпеченням розуміють способи реалізації технічної частини системи, що включає засоби отримання медико-біологічної інформації, засоби здійснення лікувальних впливів і засоби обчислювальної техніки. В найзагальнішому вигляді блок-схема апаратної частини такої системи представлена на рис. 88.

*Рис. 88. Загальна структура медичної апаратно – комп'ютерної системи.*

В якості обчислювального засобу в МАКС використовують як спеціалізовані мікропроцесорні пристрої, так і універсальні ЕОМ. В обох випадках принципи побудови апаратного забезпечення аналогічні. Включення комп'ютерів в склад апаратної частини дозволяє використовувати стандартні програмні продукти та стандартні засоби збереження інформації, такі як лазерні диски, накопичувачі на жорстких магнітних дисках, гнучкі диски та інше.

Для вводу в комп'ютер аналогових сигналів від медичної апаратури їх необхідно не лише перетворювати в цифрову форму, але і привести у відповідність із деякими інтерфейсами. Для цього необхідний пристрій зв'язку. Таким чином, у найпростішому випадку апаратна частина системи включає медичний діагностичний пристрій, пристрій зв'язку і комп'ютер (див. рисунок 89).

*Рис. 89. Загальна схема вводу медико-біологічної інформації*

## **Програмне забезпечення МАКС.**

Програмне забезпечення (ПЗ) МАКС не менш важливе ніж апаратне, тобто технічне. До програмного забезпечення відносяться математичні методи обробки медико-біологічної інформації, алгоритми й власне програми, що забезпечують функціонування всієї системи. Медичне забезпечення розробляється постановниками задач – лікарями відповідних спеціальностей, апаратне – інженерами, спеціалістами з медичної та обчислювальної техніки. Розробка спеціалізованих мікропроцесорних пристроїв лягає на спеціалістів з мікроелектроніки. Програмне забезпечення створюється програмістами чи спеціалістами з комп'ютерних технологій.

Найбільш досконалі пристрої оснащені так званим «інтегрованим» ПЗ, завдяки якому лікар отримує цілісну систему, що охоплює весь процес дослідження, що включає етапи підготовки, дослідження та обробки даних. В такому ПЗ виділяють шість основних функціональних модулів:

### **1. Підготовки дослідження.**

В цьому модулі зазвичай здійснюється вибір методики дослідження пацієнта. Далі вибирають кількість каналів постування інформації, що реєструється в даному дослідженні. Встановлюють характеристики каналів, коефіцієнти їх посилення, частоти дискретизації та ін. Проводять установку датчиків на пацієнті та їх підключення до системи. Встановлюють режими виконання дослідження, характеристики функціональних проб, режими запису в буфер, відображення даних на екрані монітору. Крім того, заповнюється паспортний бланк досліджуваного. Всі ці налагодження запам'ятовуються в файлі і в подальшому виконуються автоматично.

### **2. Проведення дослідження.**

Традиційно в даному модулі проводиться налагодження зняття біоелектричних сигналів і запис їх у відповідності із налаштуваннями з паралельним відображенням їх на екрані монітора для візуального спостереження та контролю. Крім того, багато таких систем містить засоби ручного управління як записом, так і стимуляторами. Найдосконаліші системи містять також засоби експрес-аналізу і візуалізації їх результатів в режимі реального часу, що дозволяє лікарю виділяти унікальні, стаціонарні

чи конституціональні сегменти змін сигналу для запису їх в буфер чи на диск, а також при необхідності реалізувати терапевтичні методи біологічного оберненого зв'язку.

### *3. Перегляду і редагування записів.*

По закінченні дослідження необхідно переглянути отримані записи, щоб виділити сегменти, необхідні для подальшого аналізу, та видалити артефакти. Стандартними засобами тут є плавний рух запису, масштабування і позиціонування каналів, а також використання рухомих візирів для зчитування амплітуд та тимчасових інтервалів або для виділення чи видалення ділянок запису. Більш досконалі системи пропонують додаткові засоби: автоматичний пошук артефактів, фільтрацію сигналу, виділення екстремумів, віднімання чи додавання сигналів за двома вибраними каналами, оцінку площі на характерних ділянках та ін.

### *4. Обчислювального аналізу.*

Цей модуль включає різноманітні методи аналізу записів та графічного представлення результатів. Так, наприклад, одним із досить динамічних показників є електроенцефалограма (ЕЕГ). В якості базового математичного методу тут використовується Фур'є – аналіз з обчисленням різноманітних частотних характеристик (амплітуда, потужність, когерентність, фаза) та узагальнених параметрів у виділених частотних діапазонах (альфа, бета, дельта, тета) з вивченням їх часової та просторової еволюції. Традиційним способом представлення результатів є побудова різноманітних діаграм та кольорових карт (топограм) розподілу тих чи інших характеристик ЕЕГ на поверхні голови. В даний час отримала розповсюдження електроенцефалографічна томографія, що полягає в обчисленні тривимірних дипольних моделей локалізації джерел Еег–сигналу. Такі моделі корисні для визначення морфологічних порушень, пов'язаних з пароксизмальною активністю мозку.

При аналізі ЕКГ першочерговий інтерес для лікаря представляють часова еволюція та статистика розподілу структурних параметрів та амплітуд з видачею описової статистики, часових графіків, гістограм та діаграм розсіювання.



При аналізі таких фізіологічних показників як реограма (РГ), електроміограма (ЕМГ), шкірно-гальванічна реакція, спірограма та ін. лікаря головним чином цікавлять показники різноманітних структурних відношень, латентності, діапазону зміни сигналу, швидкості його зростання та зменшення, інтегральні характеристики та ін. Для такого типу сигналів зазвичай використовують ручне зчитування візирами основних амплітудних та інтервальних параметрів за індивідуальними хвилями чи за результатами усереднення серії хвиль і накопиченню їх у спеціальних внутрішніх масивах. Далі за допомогою введених формул можуть обчислюватися різні індекси і похідні характеристики, виконуються різноманітні алгебраїчні перетворення, а також будуються графіки різних залежностей і проводяться статистичні оцінки.

#### *5. Оформлення висновку.*

Словесні висновки, які робляться за результатами аналізу та супроводжується конкретним записом біосигналів, необхідним для документального завершення проведеного дослідження. Однак, автоматизація процесу оформлення висновків зустрічає значні труднощі, характерні для розробки експертних систем. Тому в більшій частині МАКС генерація висновку здійснюється самим лікарем без використання яких-небудь «експертних оболонок», шляхом вибору відповідних полів із завчасно створеної та запропонованої йому так званої «деревовидної класифікації» можливих відхилень від норми, симптомів, синдромів та нозологічних форм. Навіть в системах, де реалізовані алгоритми автоматичної генерації висновків, такі висновки слід розглядати лише як попередні, призначені для того, щоб звернути увагу лікаря на основні відхилення вимірюваних параметрів від границь фізіологічної норми. Такі попередні висновки потребують подальшої варифікації та ручного корегування.

#### *6. Роботи з архівом.*

Структуроване зберігання результатів фізіологічних досліджень дає можливість оперативно аналізувати їх динаміку, зареєстровану в різний час, а також дозволяє швидко генерувати статистичні та звітні матеріали. Це досить актуальна проблема, оскільки об'єм даних, що зберігаються лікарем функціональної діагностики, зростає лавиноподібно. Тому найбільш

важливою функцією цього модуля є організація пошуку записів за їх специфічними характеристиками. В цей ж модуль нерідко включають спеціальний інтерфейс для створення банку нормативних записів (як індивідуальних, так і опосередкованих), а також довідника записів, характерних для різноманітних патологій.

*Системи для проведення функціональної діагностики.*

*Системи для дослідження функцій кровообігу.*

При розробці МАКС для функціональних досліджень серцево-судинної системи інформаційні потоки можуть містити значну кількість показників, найважливіші з яких наведені в таблиці 31. Кінцевий вибір набору показників, що реєструються, визначається конкретною медичною діагностичною задачею.

*Таблиця 31. Набір показників, що реєструються*

<b>Основні вимірювані показники серцево-судинної системи та їх характеристика.</b>		
<b>Вимірюваний показник</b>	<b>Похідні показники</b>	<b>Діапазон та характеристики первинних сигналів</b>
Криві зміни тиску (прямий метод) артеріального, центрального венозного, в легеневій артерії, в камерах серця	Систолічний, діасистолічний, середній тиск	Максимальний до 200 Гц, зазвичай до 60 Гц. Границі тиску: артеріального 40...30мм.рт.ст., венозного 0...15мм.рт.ст.
Вимірювання артеріального тиску (непрямий метод)	Систолічний, діасистолічний, середній тиск	Аускультативні методи (метод Короткова) 30 ... 150 Гц. Пальпаторні критерії 0,1 ... 60 Гц
Крива пульсової хвилі (непрямий метод) на периферичних артеріях.	Систолічний, діасистолічний, середній тиск	Форма пульсової хвилі аналогічна формі залежності тиску, що отримується прямим методом але без ізоляції.
Крива плетизмограми (об'ємні виміри) Вимірювання частоти серцевих скорочень	Систолічний, діасистолічний, середній тиск	До 30 Гц. Частота серцевих скорочень у людини складає 45...200 уд/хв.
Оксиметрична крива	Систолічний, діасистолічний, середній тиск	Максимальний 0...60 Гц, зазвичай використовується 0...5

		Гц
Крива об'ємної швидкості кровотоку	Серцеві викиди та інші залежні параметри	Максимальний 0...200 Гц, зазвичай використовується 0...60 Гц
Географічна крива	Серцеві викиди та інші залежні параметри	Діапазон інформаційних частот 0,1...100 Гц, діапазон амплітуд 0,1...10000мкВ
Крива розведення індикатора (термодилуційна крива)	Серцеві викиди та інші залежні параметри	0...6 Гц
Електрокардіографічна крива	Частота серцевих скорочень, показники, що характеризують порушення ритму.	0,05...100 Гц; рівень сигналу 10 мкВ при реєстрації ЕКГ плоду і 5 мкВ при реєстрації ЕКГ дорослих

У відповідності з вимірюваними фізіологічними показниками існує значна кількість спеціалізованих МАКС для функціональних досліджень системи кровообігу.

### Комп'ютерна електрокардіографія

Існуючі методи автоматичного аналізу ЕКГ відрізняються великою різноманітністю, що обумовлена як різними розв'язуваними задачами, так і специфікою досліджуваних параметрів сигналу.

Основою для побудови алгоритмічного та програмного забезпечення більшості автоматизованих систем слугує наступна послідовність етапів обробки ЕКГ-сигналу:

- Введення ЕКГ;
- Попередня обробка сигналу;
- Розпізнавання характерних елементів;
- Вимірювання інформативних параметрів та їх аналіз;
- Інтерпретація результатів аналізу.

При розв'язуванні задач контролю за станом організму під дією різних факторів майже завжди використовують ритм серцевих скорочень, здійснюючи математичну обробку тимчасових інтервалів. Найчастіше використовують структурний аналіз ритмограм, аналіз гістограм, а для виділення періодичних складових ритмограми – методи кореляційного та спектрального аналізу.

Використання всіх цих методів переслідує в основному одну мету: дати міру мінливості ритму серцевих скорочень в різних станах організму, під якими розуміють стан спокою, різні навантаження (розумові та фізичні) чи різні види патологій.

### Комп'ютерна реографія.

Реосигнал – один з найбільш неінвазивних методів дослідження судинної системи, за допомогою якого можна досліджувати практично будь-який орган. В методиках дослідження гемодинаміки судинних зон виділяють специфічні об'ємні та швидкісні показники, а також загальні амплітудно-часові параметри реосигналів та їх співвідношення. Тому при аналізі реограми (РГ) лікаря головним чином цікавлять показники різноманітних структурних відношень, латентності, діапазону зміни сигналу, швидкості його зростання та зменшення, інтегральні характеристики та ін. Для реограмиважливе значення має визначення характерних точок та основних амплітудних та інтервальних параметрів. При цьому або використовують ручне зчитування візирами, або використовують опорний сигнал.

Оцінку параметрів здійснюють за індивідуальними хвилями чи за результатами усереднення хвиль та накопиченню їх в спеціальному внутрішньому масиві. Далі за допомогою введених формул можуть обчислюватись різні індекси та похідні характеристики.

### Системи для дослідження органів дихання.

Як у випадку дослідження серцево-судинної системи при дослідженні системи дихання інформаційні потоки можуть містити значну кількість показників.

*Таблиця 32. Основні показники системи дихання*

Основні вимірювані показники системи дихання та їх характеристики		
Вимірюваний показник	Похідні показники	Діапазон та характеристики первинних сигналів
Крива швидкості газообміну(пневмотахограма)	Частота дихання, об'єм дихання	Частотні компоненти до 40 Гц; нормальний повітреобмін – 205...500мл/с, максимальний – 8л/с
Вимірювання частоти дихання. Крива зміни температури в носовій	Частота дихання	У людини середня частота дихання складає 12...40 дихальних рухів за 1хв.

порожнині		
Крива, яка характеризує механічні переміщення грудної стінки	Так само	0...10Гц
Крива внутрішньореврального тиску	...	0...10 Гц
Вимірювання дихального об'єму. Концентрація кисню, вуглекислого газу, діоксиду азоту або галотана у повітрі, що вдихається	Серцевий викид і залежні параметри	У дорослої людини нормальний дихальний об'єм складає 600мл, 6...8 л/хв. Нормальний вміст вуглекислого газу 0...10% (у кінці видиху 4,6%), діоксиду азоту – 0...100%, галотана 0,3%
Газовий склад крові:  Крива парціального тиску кисню		Звичайно до 1Гц. Нормальний рівень для тиску кисню 0...800 мм.рт.стгіпербаричний рівень складає 800...3000 мм.рт.ст
Крива рН		Діапазон сигналу 0...700 мВ відповідає діапазону рівня рН
Крива парціального тиску вуглекислого газу		Нормальний діапазон сигналу 0...+150 мВ відповідає парціального тиску вуглекислого газу від 1 до 100мм.рт.ст.

### Системи для дослідження головного мозку

До систем дослідження головного мозку можуть бути віднесені електроенцефалографічна, реоенцефалографічні, різноманітні томографічні системи та ряд інших.

#### Комп'ютерна електроенцефалограма

Методи автоматичної обробки електроенцефалограми (ЕЕГ) в клінічних дослідженнях пов'язані з вирішенням наступних задач:

- аналіз фонові активності (ЕЕГ розглядається як сума неперервних процесів);
- кількісна оцінка специфічних структур (гострих хвиль, комплексів пік-хвиля та ін.);
- оцінка викликані активності.

До методів оцінки фонові активності в першу чергу відносять:

- частотний (спектральний) аналіз ЕЕГ;
- кореляційний аналіз;

- періодометричні методи.

Особливе значення для клінічних досліджень має розпізнавання та аналіз функціонально значущих структур. Задача автоматичного розпізнавання структур розв'язується різними способами:

- на основі аналізу параметрів виділених на півхвиль ЕЕГ;
- з використанням оптимальної фільтрації сигналу;
- методами оберненої фільтрації.

В клінічних умовах дослідження викликаної активності пов'язане із задачею класифікації результатів електрофізіологічного дослідження і проводиться, як правило, з використанням методу синхронного накопичення викликаних потенціалів.

Всі розглянуті методи обробки ЕЕГ широко використовуються в системах автоматизації клінічних та експериментальних нейрофізіологічних досліджень.

### Системи для ультразвукових досліджень

Існують різні методи ультразвукових (УЗ) досліджень: доплерографія, ехотомографія, дуплексне сканування, транскраніальна доплерографія, транскраніальна сонографія та інші.

#### *Комп'ютерна ехотомографія*

Ехотомографічні системи призначені для отримання статичних (нерухомих) та динамічних (рухомих) зображень (ехограм) різноманітних органів людини.

Апаратно системи представляють собою комплекс, що складається з УЗ датчика, блоку обробки УЗ сигналу, пристрою сполучення та комп'ютера. УЗ датчики можуть бути або з механічним секторним, або з електронним скануванням. В блоці обробки здійснюється аналогова обробка сигналів, що поступають від датчика. Пристрій сполучення зазвичай містить сканконвертер, що забезпечує аналогово–цифрове перетворення сигналів і формування УЗ зображення в цифровій формі. В комп'ютері здійснюється обробка та аналіз УЗ зображення.

Особливістю програмного забезпечення УЗ систем на відміну від розглянутих раніше є необхідність обробки та аналізу зображення. Тут важливими є характеристики зображення, що виводиться на екран: кількість точок по горизонталі та вертикалі, кількість градацій ступеня яскравості тощо.

Іншою важливою особливістю є запропоновані програмним забезпеченням можливості обробки зображень. Сюди в першу чергу відносяться можливості зміни контрасту, виділення контурів областей. Остаточне контурування окремих областей для наступного аналізу здійснюється або вручну за допомогою курсору, або за допомогою набору геометричних фігур (овал, круг тощо), або в напівавтоматичному режимі за рівнями однакової яскравості. Далі зазвичай проводять підрахунок площ виділених областей. Всі ці методи дозволяють лікарю аналізувати цифрові зображення, що виводяться на екран монітору.

### Інші типи спеціалізованих систем

До них відносяться системи для рентгенологічних досліджень, магніторезонансної томографії, радіонуклідних і тепловізійних досліджень. Можна сказати, що перераховані системи відносяться до медичних систем візуалізації. Головне призначення комп'ютерної частини таких систем – візуалізація медичних зображень для аналізу і наступної інтерпретації їх лікарем.

### Методи обробки й аналізу медичних зображень.

Програмне забезпечення медичних систем візуалізації повинне:

- надавати користувачеві широкий набір алгоритмів обробки й аналізу зображень, що полегшують їхню інтерпретацію;
- забезпечувати мінімальний час відповіді (відповідь у реальному часі користувача);
- мати «дружній» інтерфейс користувача, що забезпечує комфорт як фахівцеві в області цифрової обробки зображень, так і некваліфікованому користувачеві;
- забезпечувати нагромадження технологій обробки зображень для вирішення конкретних діагностичних задач; мати низьку вартість.

Усі види комп'ютерних операцій над зображеннями можна поділити на чотири основні групи: обробка, аналіз, реставрація і реконструкція зображень.

Обробка зображень передбачає поліпшення якості та інформативності зображення. Зазвичай цей метод використовується для виділення деталей, цікавих для дослідника.

Аналіз зображень – це процес витягу з них кількісної або якісної інформації.

Реставрація зображень – це відновлення не якісних або пошкоджених зображень.

Реконструкція зображень – це процес створення двовимірних зображень за низкою одновимірних зображень. Це основний метод створення зображень, що використовується у томографії.

Всі ці методи таким або іншим чином використовуються в розглянутих системах. Для їхньої реалізації застосовують наступні процедури:

- алгебраїчне перетворення зображень, у тому числі додавання і вирахування кадрів, контрастування, відсічення зверху і знизу;
- точне визначення границь органів;
- цифрова фільтрація, у тому числі пре- і постреконструкційна;
- параметрична візуалізація;
- автоматична класифікація зображень на основі різних методів теорії розпізнавання образів;
- спільний аналіз зображень, отриманий різними методами променевої діагностики.

Оскільки методи обробки й аналізу зображень є загальними для цілого ряду медичних систем, у даний час поряд із спеціалізованими МАКС випускаються системи комп'ютерної обробки медичних зображень (фірмами General Electric, «Філіпс», «Сіменс» і ін.). Ці системи є комп'ютерними інтегрованими системами, призначеними для збереження, передачі й обробки всього комплексу медичних зображень, що включають рентгенівські дослідження, томографію, ультразвукові дослідження й інші методики. Більш докладно методи обробки і аналізу медичних зображень будуть розглянені далі.



## МАКС для рентгенівських досліджень

Перетворення традиційної рентгенограми в цифровий масив з наступною можливістю обробки рентгенограм методами обчислювальної техніки стало розповсюдженим процесом.

ДО МАКС для рентгенівських досліджень можуть бути віднесені: цифрові підсилювачі яскравості рентгенівських зображень, цифрові рентгенівські системи, комп'ютерні томографічні рентгенівські системи.

Звичайно для одержання зображення застосовують метод сканування (скануюча проекційна рентгенографія). Отримані відеосигнали після аналого-цифрового перетворення за допомогою відповідного інтерфейсу вводяться в ЕОМ, де рентгенівські зображення обробляються й аналізуються.

У комп'ютерних томографічних рентгенівських системах, що з'явилися в 1972 р., рентгенівська трубка обертається навколо пацієнта. Рентгенівські промені проходячи через різні тканини, загасають (поглинаються) по-різному. Комп'ютер порівнює знімки, отримані пошарово і під різними кутами, будуючи з них зображення поперечного перерізу органу. Рентгенівська томографія забезпечує високоякісні, контрастні і незатінені іншими органами зображення перетинів (зрізів) органів.

## МАКС для магнітно-резонансних досліджень.

Метод магнітно-резонансних досліджень заснований на реєстрації випромінювання ядер водню (фосфору або натрію) при поверненні їх із збудженого стану в стабільний під дією сильного магнітного поля. Комп'ютер, аналізуючи зареєстроване випромінювання, будує об'ємну картину інтенсивності. Оскільки реєструються сигнали ядер водню, що входить до складу води, то комп'ютер фактично визначає зміст води в тій або іншій ділянці органу, сигналізуючи про його зміни.

Магнітно-резонансна (МР) томографія забезпечує високу розподільну здатність і високу контрастність зображення тканин без впливу рентгенівського випромінювання, без ін'єкцій потенційно токсичних контрастних речовин, можливість візуалізації важкодоступних ділянок людського тіла, спостерігати які неінвазивними методами до впровадження МР-томографів узагалі не вдавалося.

Системи для МР-досліджень можуть бути призначені для:

- МР-томографії,
- МР-ангіографії
- МР-спектроскопії.

### МАКС для радіонуклідних досліджень(РНД).

Рентгенівська комп'ютерна томографія, магніторезонансна томографія, ультразвукові дослідження, цифрова рентгенографія перевершують радіонуклідну діагностику по якості одержуваних медичних зображень, особливо за просторовою розподільною здатністю, але не можуть конкурувати з РНД по можливостях виявлення тих помилок, що поки ще не мають свого структурно-анатомічного вираження, тобто коли відсутні патоанатомічні зміни.

Серед найбільш розроблених сучасних систем для радіонуклідних досліджень можна виділити системи: планарноїсцинтиграфії, однофотонної емісійної комп'ютерної томографії і позитронної емісійної томографії. В усіх цих системах основним інструментом є сцинтиляційна гамма-камера.

Як приклад розглянемо принцип роботи позитронно-емісійного томографа. У кров пацієнта вводять речовину з радіоізотопом, що поглинається мозком. Випромінювання реєструється кільцем детекторів, що оточують голову пацієнта. На комп'ютері розраховується положення джерела випромінювання і будується зображення. Більш активно працюючі ділянки головного мозку споживають більше кисню і, відповідно, виявляють більшу радіоактивність.

### Багатофункціональні системи

Багатофункціональні системи для функціональних досліджень розрізняються набором вимірюваних параметрів, обумовлених конкретним призначенням системи.

Апаратне забезпечення зазвичай включає персональний комп'ютер або кілька комп'ютерів, об'єднаних у комп'ютерну мережу, а також комплекс пристроїв перетворення і введення в комп'ютер біосигналів різної природи.

Інтеграція результатів медичних досліджень, отриманих різними методами, вимагає вирішення ряду задач, пов'язаних з уніфікацією програмно-апаратних засобів діагностуючих приладів. Тому важливою

особливістю програмного забезпечення багатofункціональних систем є наявність програми-оболонки, що забезпечує збереження й оперативний доступ до даних пацієнта, звернення до будь-якої, включеної до складу системи, методики дослідження, автоматичне формування документів статистичної звітності. Основна відмінність багатofункціональних систем від аналогічного набору спеціалізованих систем полягає в тому, що в багатofункціональній системі всі методики дослідження об'єднані єдиною базою даних. Крім того, досить зручною є уніфікація для всіх методик інтерфейсу спілкування з користувачем (наприклад, натиснення певної клавіші для різних методів має одне й те ж саме значення).

### *Системи для проведення моніторингу*

В ряді досить важливих практичних напрямків й у першу чергу при безперервному спостереженні за хворим у палатах інтенсивної терапії, операційних і післяопераційних відділеннях, виникає задача оперативної оцінки стану пацієнта. У цьому випадку потрібно на підставі тривалого і безперервного аналізу великого обсягу даних, що характеризують стан фізіологічних систем організму забезпечити не тільки оперативну діагностику ускладнень при лікуванні, але і прогнозування стану пацієнта, а також визначити оптимальну корекцію виникаючих (або прогнозованих) порушень. Для рішення цієї задачі призначені моніторингові МАКС.

### *Специфіка моніторингових систем*

Моніторингові МАКС призначені для здійснення тривалого безперервного спостереження за станом хворих у палатах інтенсивного спостереження, інтенсивної терапії, реанімаційних і операційних. В даний час розроблені і випускаються десятки різних моніторингових систем, однак безліч фізіологічних параметрів, що піддаються тривалому спостереженню, обмежено. Це обмеження пов'язане з труднощами безперервного виміру фізіологічних параметрів протягом тривалого часу. До числа найбільш часто використовуваних при моніторингу параметрів відносяться:

- електрокардіограма;
- тиск крові в різних точках;

- частота подиху (вимірюється звичайно або по механічних переміщеннях грудної клітки, або по кривій зміни температури в носовій порожнині);
- температурна крива;
- зміст газів крові;
- хвилинний обсяг кровообігу ;
- зміст газів у видихуваному повітрі;
- електроенцефалограма.

Апаратне забезпечення моніторингових систем і аналогічних систем для функціональної діагностики практично не відрізняється. У той же час програмне забезпечення має певні відмінності, пов'язані з їх різним призначенням.

Етапові підготовки обстеження в моніторингових системах відповідає етап завдання режиму спостереження. Звичайно цей етап спрощений, багато налаштувань відбувається «за замовчуванням», але відмінністю моніторингових систем є встановлення граничних значень фізіологічних параметрів, перевищення яких приводить до появи сигналу «тривога».

Етапові «проведення обстеження» у моніторингових системах відповідає етап «проведення спостереження». Цей етап є основним, продовжується безупинно до кінця роботи системи і при виконанні інших етапів проходить у фоновому режимі. При цьому відбувається безперервний запис показників, що реєструються, у пам'ять комп'ютера з одночасним відображенням їх на екрані монітора.

Важливою особливістю моніторингових систем є наявність засобів експрес аналізу і візуалізації їхніх результатів у режимі реального часу. Це дозволяє відображати на екрані монітора також динаміку різних похідних від контрольованих величин. Усе це здійснюється в різних тимчасових масштабах. Причому чим вище якість системи, тим більше можливостей спостереження динаміки контрольованих і пов'язаних з ними показників вона надає.

Етап перегляду і корекції даних у моніторингових системах зводиться тільки до перегляду. Причому тут важливо, щоб програмне забезпечення забезпечувало зручність пошуку необхідних ділянок на багатогодинних

записах показників і дозволяло б побачити всі похідні показники ділянки запису, що переглядається.

Етап «обчислювальний аналіз» у моніторингових системах звичайно бідніше аналогічного етапу в системах функціональної діагностики і частіше обмежений тими методами аналізу, що можуть бути проведені в режимі реального часу.

Етап «формування висновку» тут найчастіше виконується в автоматичному режимі і зводиться до реєстрації виявлених відхилень від норми показників, що реєструються.

Модуль «робота з архівом» у програмному забезпеченні моніторингових систем звичайно відсутній через велику довжину записів спостережень і практичну неможливість створення архіву записів.

Найчастіше моніторингові системи використовуються для одночасного спостереження за станом від одного до 6 хворих, причому в кожного з них може вивчатися до 16 основних фізіологічних параметрів.

### Електрокардіографічний моніторинг

Існує чотири основних види кардіомоніторингових систем, у яких проводиться тривалий безперервний аналіз електрокардіосигналу: від 10–15хв до декількох діб. Це наступні види кардіомоніторів (КМ):

- клінічні КМ для палат кардіологічного спостереження й інтенсивної терапії;
- клінічні КМ для кардіохірургії;
- амбулаторні КМ для добового (холтеровського) спостереження;
- КМ для аналізу навантажувальних проб при функціональній діагностиці.

Клінічні КМ для кардіохірургії відрізняються підвищеними вимогами до перешкодозахищеності для роботи в умовах операційної. Системи для добового спостереження є досить компактними (так щоб пацієнт міг носити їх із собою). У якості моніторингових систем для аналізу навантажувальних проб, наприклад, при велоергометрії, часто використовуються електрокардіографічні системи для функціональних досліджень.

### *Системи управління лікувальним процесом.*

До систем управління процесами лікування та реабілітації відносять автоматизовані системи інтенсивної терапії, біологічного оберненого зв'язку, а також протези та штучні органи, що створюються на основі мікропроцесорної техніки.

На відміну від раніше розглянутих систем функціональної діагностики та моніторингових систем, в системах управління лікувальним процесом на перше місце виходять задачі точного дозування кількісних параметрів роботи, стабільного утримання їх заданих значень в умовах мінливості фізіологічних характеристик організму пацієнта. Використання засобів обчислювальної техніки полегшує розв'язання вказаних задач.

### *Системи інтенсивної терапії.*

Під автоматизованими системами інтенсивної терапії (ІТ) розуміють системи, призначені для управління станом організму в лікувальних цілях, а також для його нормалізації, відновлення природних функцій органів та фізіологічних систем хворого, підтримки їх в межах норми.

За структурною конфігурацією системи ІТ поділяються на два класи: системи програмного управління та замкнені управляючі системи.

До систем програмного управління відносяться системи для здійснення лікувальної дії. Типовим представником цих систем є апарати штучної вентиляції легень з мікропроцесорним управлінням.

Замкнені системи ІТ структурно є більш складними МАКС, так як вони об'єднують у собі задачі моніторингу, оцінки стану хворого та розробки управляючих лікувальних дій. Тому на практиці замкнені системи ІТ створюються лише для часткових, строго фіксованих задач: управління артеріальним тиском при гострих гіпертензивних станах, управління рівнем глюкози в крові при цукровому діабеті тощо. Такі системи створюються у відповідності з методами теорії автоматичного управління, в необхідних випадках вони доповнюються евристичними алгоритмами.

### *Системи оберненого біологічного зв'язку.*

Системи біологічного оберненого зв'язку (БОЗ) призначені для надання пацієнту поточної інформації про функціонування його внутрішніх

органів та систем, що дозволяє шляхом вольових дій пацієнта досягати терапевтичного ефекту при конкретному виді патології.

БОЗ подає на органи відчуттів пацієнта сигнали (звукові, зорові, тактильні тощо), характеристики яких пов'язані з поточною інформацією про фізіологічні реакції і параметри (наприклад, артеріальний тиск, температура шкіри), що не контролюються свідомістю індивідуума і зазвичай реєструються неінвазивними способами.

### Системи протезування та штучні органи.

Системи протезування та штучні органи призначені для заміщення відсутніх чи корекції незадовільно функціонуючих органів та систем організму людини. По суті протези – це імплантовані системи інтенсивної терапії. До числа найбільш широко розповсюджених систем протезування відносяться мікропроцесорні водії серцевого ритму, імплантовані дозатори інсуліну, електроміостимулятори тощо.

Розглянемо докладніше імплантовані водії серцевого ритму, або як їх ще називають, електрокардіостимулятори(ЕКСП). В даний час випускаються як прогамнокеровані ЕКРС так і ЕКСП з регулюванням в замкненому контурі.

При програмному управлінні частота імпульсів або задається лікарем, або може бути підрегульована на основі корпорального сигналу, що корелює з потребами кровообігу в системі.

При управлінні в замкнутому контурі частота імпульсів може бути відрегульована на основі внутрісерцевого сигналу, що відображає процеси авторегуляції серця. У цьому випадку, частота згенерованих електричних імпульсів може бути найбільш адекватна сигналам природної регуляції кровообігу.

В якості вимірюваних та використовуваних для управління параметрів крім електричної активності серця в ЕКСП використовуються хвилинний об'єм, частота дихання, рухова активність, енергія руху, температура крові, значення РН, оксигенація венозної крові, та ряд інших.

## *Перспективи розвитку МАКС*

Якщо проаналізувати тенденції розвитку МАКС за всю їх історію, то можна прогнозувати продовження насичення клінічної медицини апаратно-комп'ютерними системами.

Загальний напрямок розвитку буде спрямований в таких напрямках:

- створення систем, що здійснюють діагностику захворювань на більш ранніх стадіях;
- поява систем, що забезпечують можливості інструментальної діагностики раніше не діагностованих патологій;
- вдосконалення традиційних інструментальних методів завдяки більш повній комп'ютерній обробці інформації;
- створення систем, що імітують лікувальний процес.

В той же час, можливо, з'являться системи, засновані на фізичних принципах, які раніше важко було реалізувати без засобів обчислювальної техніки.

Спостерігається певна тенденція зростання ролі методів візуалізації. Дякуючи своїм високим діагностичним можливостям та найбільш адекватному для лікаря представленню даних, методи візуалізації поступово займають все більш важливе місце серед інструментальних методів. В даний час у всьому світі відбуваються суттєві зміни в технології отримання медичних зображень. На зміну традиційним методам приходять цифрові зображення та цифрові системи, що полегшують роботу з ними. В таких системах лікар працює з комп'ютером та аналізує цифрові зображення, отримані при рентгено-, радіологічних, ультразвукових, магніторезонансних та інших дослідженнях.

Можна припустити, що поступово будуть знижуватися вимоги до технічних знань лікаря. Програми будуть мати зручний та зрозумілий інтерфейс.

Апаратно-комп'ютерні системи все частіше будуть комплексно використовуватися для створення автоматизованих систем інтенсивного спостереження, інтенсивної терапії та спеціалізованих діагностичних комплексів. Буде здійснюватися поступовий перехід від використання спеціалізованих МАКС до використання комплексних систем.



Можна висловити впевненість, що майбутнє інструментальної діагностики та інтенсивної терапії в значній мірі буде визначатися апаратно-комп'ютерними системами, а рівень медичного закладу буде характеризуватися наявністю в ньому відповідних апаратно-комп'ютерних систем та спеціалістів, що вміють працювати на них.