

**Основи побудови та застосування
біомедичної апаратури**

**Інформаційні системи оперативного
лікарського контролю**

Призначення ІСОЛК

Медичні моніторні системи (ММС) – технічні засоби, які забезпечують неперервне вимірювання фізіологічних параметрів від однієї людини або кількох людей, необхідну обробку та аналіз цих показників у реальному масштабі часу, відображенню та реєстрацію як первинних, так і оброблених даних, та створення необхідних керуючих сигналів.

Кінцевою метою підключення моніторної системи до людини є полегшення процесу керування її станом.

Інформаційні системи оперативного лікарського контролю (ІСОЛК) – автоматизовані системи, призначені для безупинної реєстрації фізіологічної інформації, автоматичного розпізнавання функціональних станів пацієнтів, що обстежуються, індикацій результатів діагностики та окремих фізіологічних показників, реєстрації даних, як тільки з'являться порушення у життєдіяльності організму і керування виконавчими пристроями для регуляції життєвих функцій.

Класи ІСОЛК

Розрізняють три **основні класи ІСОЛК**:

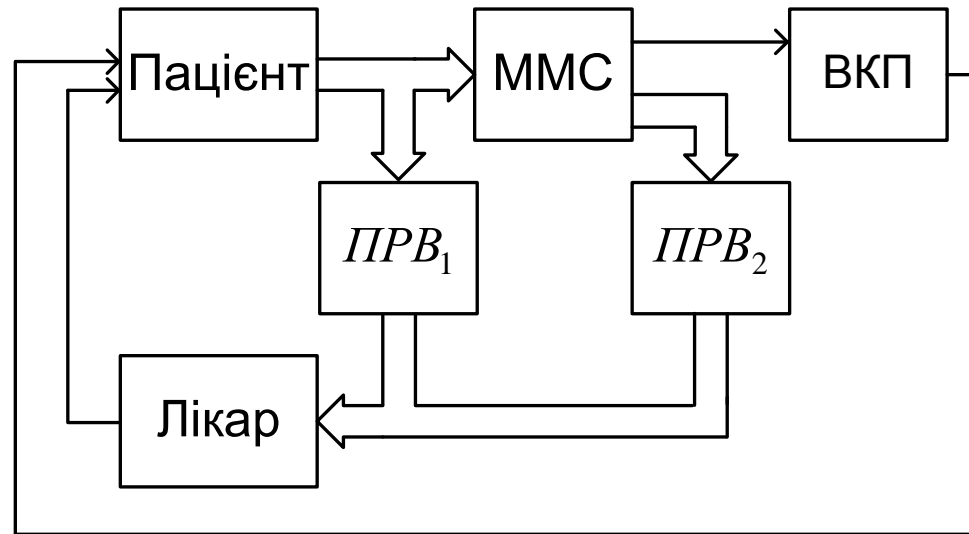
- 1) **спостереження за станом важкохворих;**
- 2) **спостереження за станом здорової людини, що піддалась екстремальним впливам** (невагомість, динамічні перевантаження, тривале перебування у середовищі з ненормальним утриманням кисню, у гіпербаричних і гіпобаричних умовах, стресові стани);
- 3) **оцінка роботи людини-оператора.**

Системи спостереження за станом важкохворих називають моніторами та використовують у відділеннях інтенсивної терапії, а також у реанімаційних відділеннях.

ММС призначені для технічного оснащення різних лікарських відділень: операційних, післяопераційних, реанімаційних, інтенсивної терапії, інтенсивного спостереження, кардіологічного спостереження та інші. За призначенням ММС ділять на три групи: післяопераційні, кардіологічні та загального призначення.

Сучасні ІСОЛК є кібернетичним комплексом, до складу якого обов'язково входять датчики, пристрої перетворення сигналу (гальванічний розв'язка, нормалізація, компенсація перешкод, лінеаризація, підсилення, фільтрація) та кодування, логічні і арифметичні пристрої, пристрої спряження, діагностики електронних систем, індикації і сигналізації з цифровим виходом.

Принципи побудови ММС



Структурна схема (спрощена) біотехнічної системи оперативного лікарського контролю (ПРВ₁ – пристрої реєстрації та відображення фізіологічних процесів; ПРВ₂ – пристрої реєстрації та відображення результатів обробки з виходу ММС; ВКП – виконавчі пристрої)

У такій системі можна виділити три *контури керування станом пацієнта*: *два контури з безпосереднім впливом лікаря на пацієнта* – за допомогою типових пристроїв реєстрації та відображення фізіологічних процесів (ПРВ₁) і пристроїв реєстрації та відображення результатів обробки з виходу ММС (ПРВ₂), а також *один контур автоматичного активного керування* за допомогою виконавчих пристроїв (ВКП).

Принципи побудови ММС

Залежно від технічного виконання ММС можуть бути **інструментальні** (як комплекс спеціалізованої апаратури) та **обчислювальні** (на базі ЕОМ).

Інструментальні системи використовують аналогові і цифрові пристрої для вимірювання фізіологічних параметрів і обробки цих даних, але мають обмежені можливості при ускладненні структури лікарняного підрозділу, в якому використовується моніторний контроль (наприклад, при збільшенні кількості пацієнтів та спряженні ММС з локальними комп'ютерними мережами лікарні).

Тому інструментальні системи на сьогоднішній день практично витіснені обчислювальними системами, в силу їхніх істотних переваг!

Принципи побудови ММС

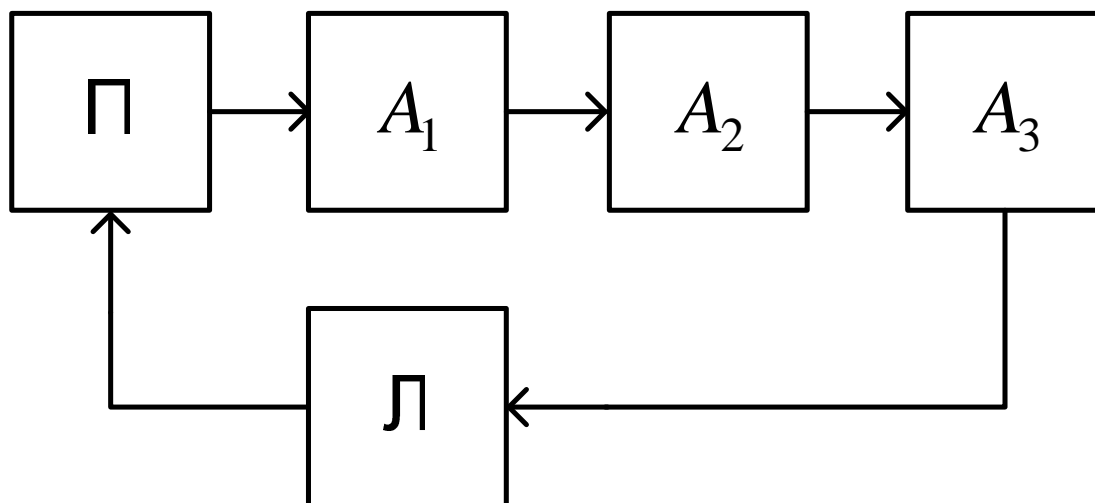
Моніторні системи характеризують двома видами керування:

пасивне керування реалізується в ММС зі зворотним зв'язком, який включає дії лікаря. Система функціонує шляхом створення сигналів візуальної і (чи) звукової тривоги, яка включається відразу ж, як тільки у фізіологічному параметрі з'являються будь-які суттєві відхилення (у найпростішому випадку він вийшов за задані межі). При цьому лікар намагається повернути фізіологічний параметр в його нормальний діапазон шляхом певних прямих чи опосередкованих керуючих впливів на фізіологічну систему організму, наприклад, ліками;

за **активного керування** є безпосередній зворотний зв'язок між логічним блоком моніторної системи і виконавчим пристроєм фізіологічного входу системи.

Принципи побудови ММС

За *кількістю фізіологічних параметрів*, що контролюються у пацієнта, *ММС можуть бути одноканальні та багатоканальні*. При одночасному обслуговуванні кількох пацієнтів ММС може мати центральну моніторну станцію (ЦМС).



Структурна схема ММС, розрахованої на одного пацієнта (П – пацієнт, Л – лікар, А1 – блок вимірювання фізіологічних процесів, перетворення їх в електричний сигнал та підсилення, А2 – блок обробки, А3 – блок індикації результатів обробки та їхньої реєстрації)

Принципи побудови ММС

На сьогоднішній день, крім лікаря, дані з виходу АЗ надходять до серверів лікарняної мережі у вигляді певних документів. Блок А1 обов'язково знаходиться біля ліжка пацієнта у так званій приліжковій частині системи. Блоки А2 та А3 можуть разом або окремо перебувати як у приліжковій частині, так і на центральній моніторній станції, залежно від конкретної конфігурації системи. На сьогоднішній день, блоки А1, А2 та А3 часто об'єднують в один прилад, який називають **монітор пацієнта** чи **приліжковий монітор**.

Монітор пацієнта

Монітор пацієнта – прилад, який призначений для спостереження за пацієнтом, що перебуває на лікуванні у стаціонарі, а також для аналізу різних фізіологічних параметрів пацієнта. Коли ці фізіологічні параметри виходять за межі норми, він подає сигнал тривоги для виклику медичного персоналу.

Система тривожної сигналізації при виході спостережуваних параметрів за встановлені межі передбачає звукове та світлове оповіщення безпосередньо на самому моніторі. Якщо ж він працює у складі моніторної мережі, то сигнал тривоги також передається на ЦМС. За ступенем значимості сигнали тривоги ділять на два рівні: спостережувані параметри вийшли за встановлені межі, і „технічна” тривога – відключення датчиків, обрив електродів і т.п. Передбачається тимчасове відключення всіх тривог на час проведення медичних маніпуляцій.

Прилад весь час відстежує стан здоров'я пацієнта за різноманітними показниками, причому з високим ступенем точності. Використовується такий апарат лише для одного пацієнта. Його налаштування здійснюється індивідуально, залежно від того, за якими параметрами потрібно спостерігати. Мінімальні функції моніторингу присутні у кожному такому пристрої, найчастіше це ЕКГ, показники артеріального тиску, пульсоксиметрія, температура тіла, параметри концентрації кисню при видиху тощо.

Монітор пацієнта

Для контролю за життєво важливими показниками монітори пацієнта комплектуються потрібною кількістю датчиків, оснащуються кольоровим рідкокристалічним екраном (останнім часом ще й сенсорним), на якому одночасно відображаються всі життєво важливі показники стану пацієнта. Для зручності роботи деякі монітори комплектуються зовнішніми USB-клавіатурою та маніпулятором.

На дисплей можуть виводитись як всі, так і потрібні на даний момент часу показники, результати тестів. Завдяки цьому можна не лише оперативно реагувати у випадку надходження сигналів тривоги, але й здійснювати всю потрібну профілактичну роботу та потрібний аналіз. Результати моніторингу протягом потрібного інтервалу часу можна проглядати у графічному чи табличному вигляді, так званих „трендах”. Ведеться журнал подій, який дозволяє проаналізувати динаміку стану пацієнта.

Монітор пацієнта

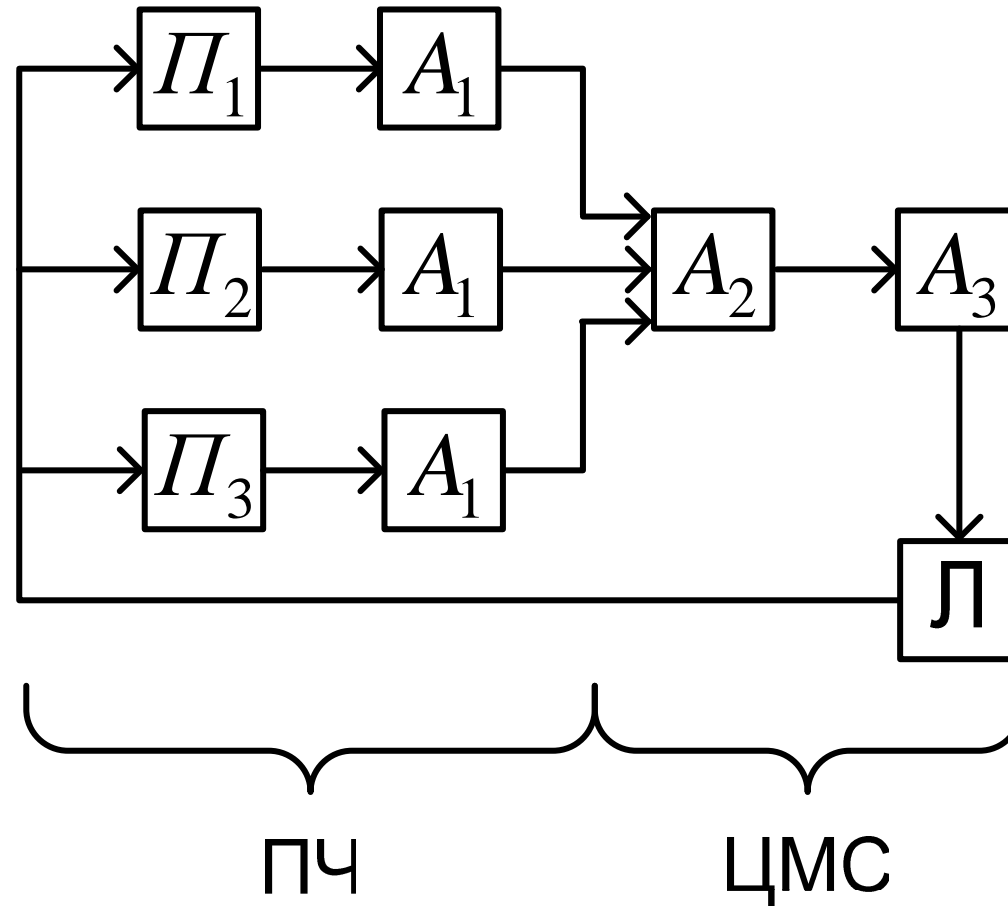
Завдяки компактності та невеликій вазі пристрій зручний для встановлення та транспортування. Також є монітори, призначені для використання на автомобілях швидкої допомоги. Такі моделі моніторів здатні працювати як від бортової мережі автомобіля чи акумулятора, так і від стаціонарної електричної мережі.

За потреби, ті чи інші результати можна роздрукувати на вбудованому принтері чи записати на зовнішній flash носій.

Сучасні монітори пацієнта можуть працювати як автономно, так і у складі моніторної мережі. Найчастіше така мережа є поєднанням певної кількості моніторів пацієнта та центральної моніторної станції. Кількість моніторів пацієнта зазвичай коливається у межах від 4 до 32 та визначається кількістю пацієнтів, які потребують централізованого спостереження. У простіших випадках моніторна мережа не містить центральної моніторної станції. Фізично передача даних у таких мережах здійснюється або по дротових каналах, або по бездротових, за допомогою допоміжних телеметричних модулів.

Моніторна мережа може працювати автономно, або входити до складу локальної мережі лікарні. Також вона може мати доступ до мережі Internet.

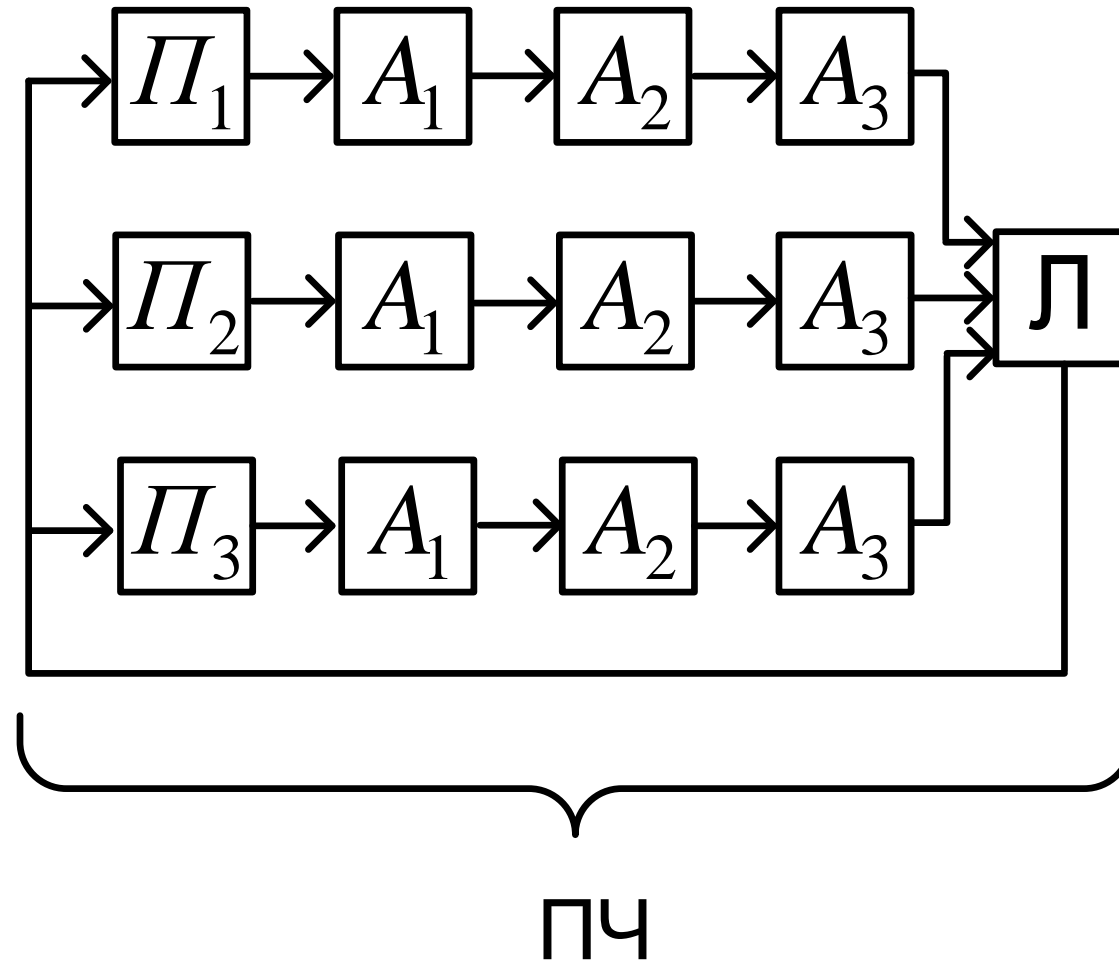
Варіанти конфігурації багатоканальних ММС



*Конфігурація багатоканальної ММС з **центральною обробкою** інформації*

(показано реєстрацію лише одного фізіологічного процесу)

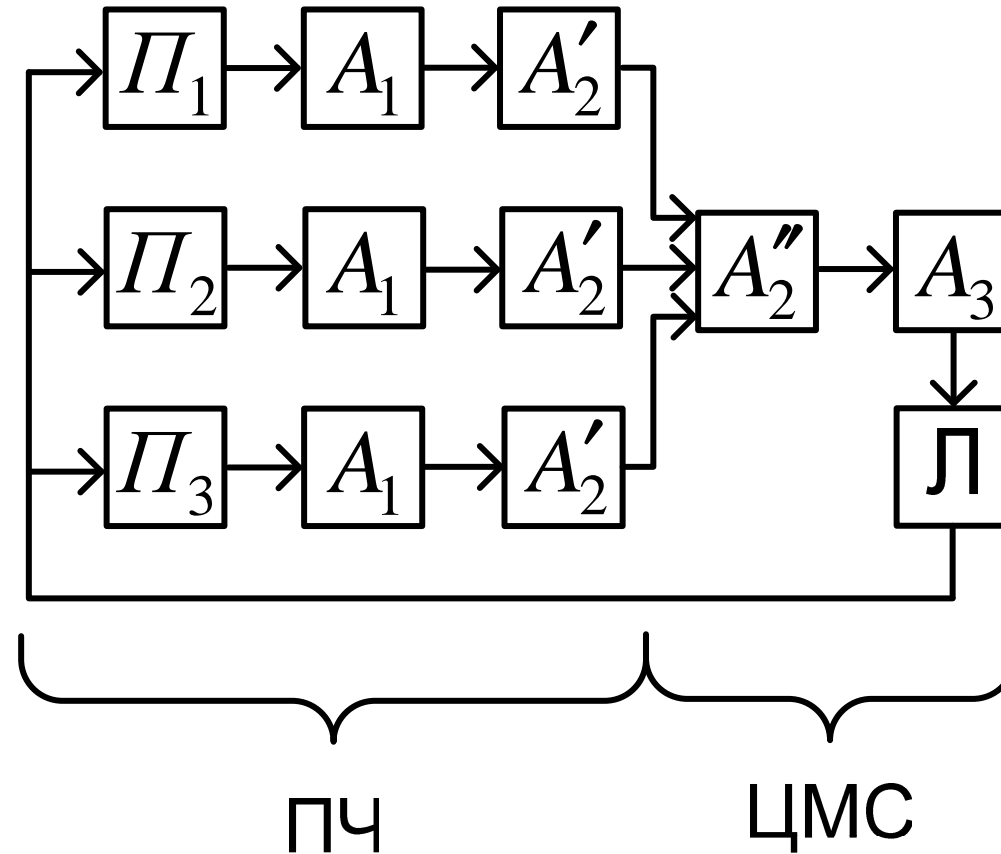
Варіанти конфігурації багатоканальних ММС



Конфігурація багатоканальної ММС з периферійною обробкою інформації

(показано реєстрацію лише одного фізіологічного процесу)

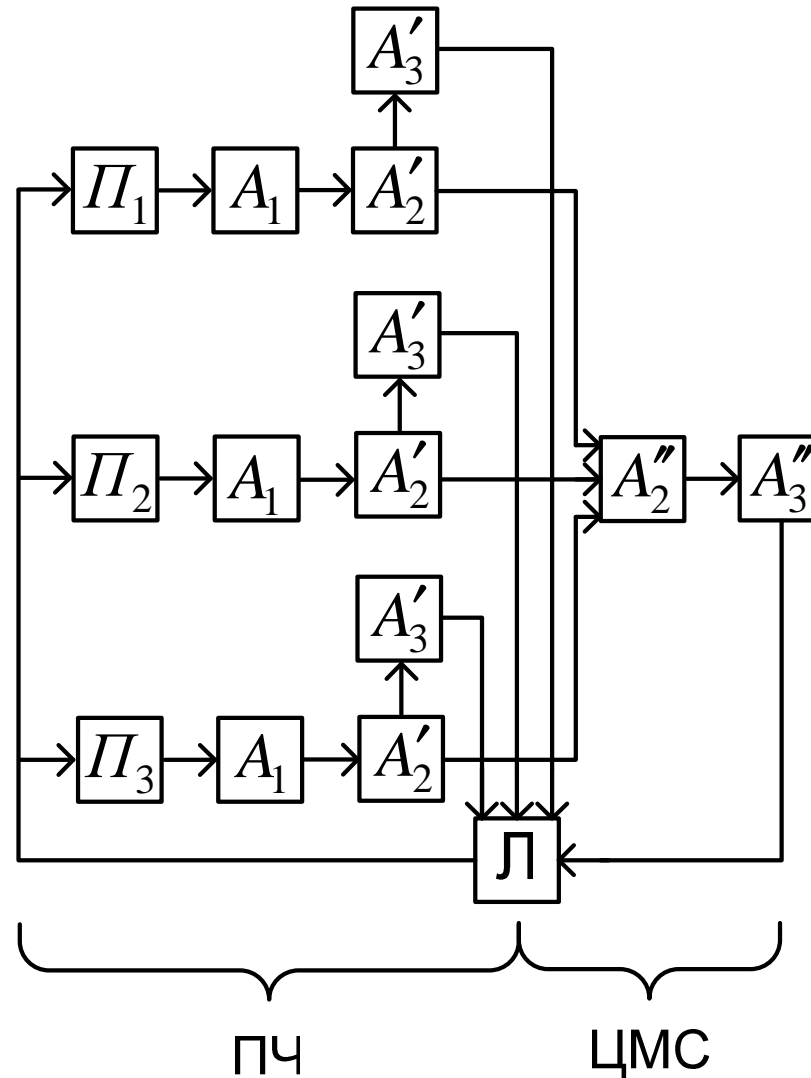
Варіанти конфігурації багатоканальних ММС



Конфігурація багатоканальної ММС *зі змішаною обробкою* інформації

(показано реєстрацію лише одного фізіологічного процесу)

Варіанти конфігурації багатоканальних ММС



Конфігурація багатоканальної ММС з комбінованою обробкою інформації

(показано реєстрацію лише одного фізіологічного процесу)

Центральна моніторна станція

Центральна моніторна станція є частиною системи централізованого моніторного спостереження, призначеної для контролю за основними параметрами життєдіяльності пацієнтів. Найчастіше таку систему використовують для контролю стану важкохворих пацієнтів у різних відділеннях: реанімаційному, кардіологічному, інтенсивної терапії, операційному.

Функції, що виконуються системою:

- прийом інформації (зчитуються дані про стан пацієнта);
- обробка інформації (дані про стан пацієнта обробляються для їхнього графічного відображення);
- зберігання інформації;
- виведення на екран (дозволяє лікареві отримати максимально повну картину поточного стану пацієнта);
- роздруковування (наприклад, для підшивання потрібної інформації до історії хвороби).

Центральна моніторна станція

Синхронно з індикацією на моніторах пацієнта, на екрані центральної моніторної станції здійснюється відображення контрольованих фізіологічних параметрів і тривоги.

Існує два типових варіанти відображення даних на екрані системи. За першим варіантом відображаються всі контрольовані фізіологічні параметри одного пацієнта, представлені у формі кривих та цифрової інформації. При цьому для інших пацієнтів дані представляються у цифровому вигляді, без кривих. За другим варіантом відображається одна фізіологічна функція всіх пацієнтів, представлена у вигляді кривих. Інформація по інших функціях виводиться у цифровому вигляді. Дисплей при цьому може працювати як у кольоровому режимі, так і монохромному. В обох випадках типова максимальна кількість пацієнтів до восьми включно. Якщо ж центральна моніторна станція контролює більшу кількість пацієнтів, система автоматично послідовно переключає інформацію на екрані між різними групами пацієнтів.

Центральна моніторна станція

Для кожного спостережуваного фізіологічного параметра можна встановити межі тривожної сигналізації. Якщо значення такого параметра виходить за ці межі, спрацьовує тривожна сигналізація у світловому і (чи) звуковому вигляді та заноситься відповідний запис у журнал тривоги. Система тривожної сигналізації на ЦМС та моніторах пацієнта зазвичай настроювана кількарівнева. Наприклад, світловий індикатор тривоги добре помітний здалеку, червоного або жовтого кольору, залежно від ступеня тривоги. Наявність і тип звукової тривоги також можна встановити індивідуально для будь-якого фізіологічного параметра, або ж на всі одночасно.

Центральна моніторна станція

До типового комплексу ЦМС входить:

- персональний комп'ютер;
- кольоровий дисплей (один або два);
- клавіатура та маніпулятор „миша”;
- модулі зв'язку з моніторами пацієнта;
- кабелі зв'язку з моніторами пацієнта;
- мережевий адаптер;
- спеціалізоване програмне забезпечення.

Опційно можуть входити:

- сенсорний екран;
- модулі бездротового зв'язку з моніторами пацієнта
- джерело безперебійного живлення;
- принтер,
- звукові колонки;
- настінне кріплення дисплея моніторної станції.

Центральна моніторна станція



Приклад зовнішнього вигляду ЦМС

Центральна моніторна станція



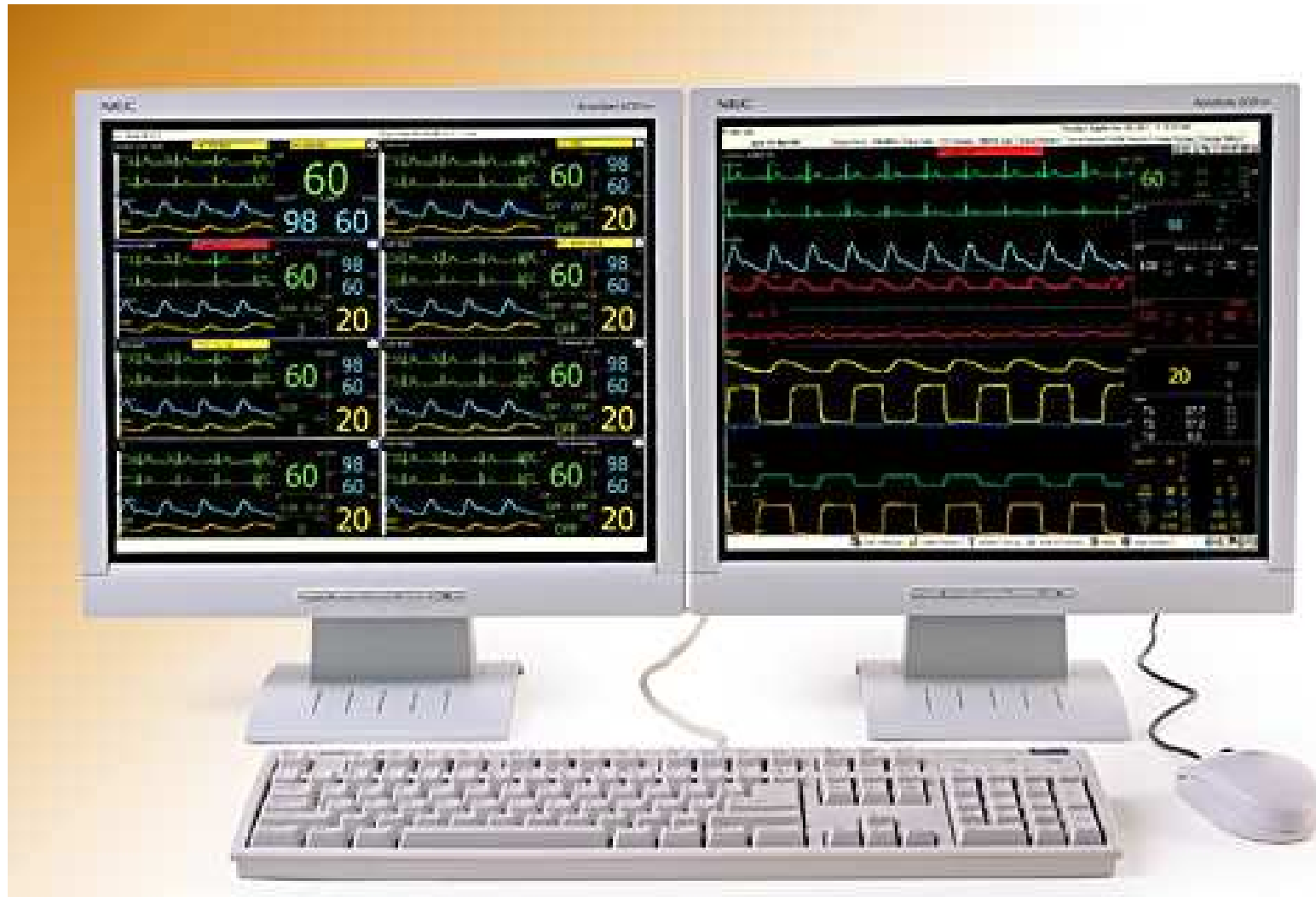
Приклад зовнішнього вигляду ЦМС

Центральна моніторна станція



Приклад зовнішнього вигляду ЦМС (з відображенням сигналу тривоги)

Центральна моніторна станція



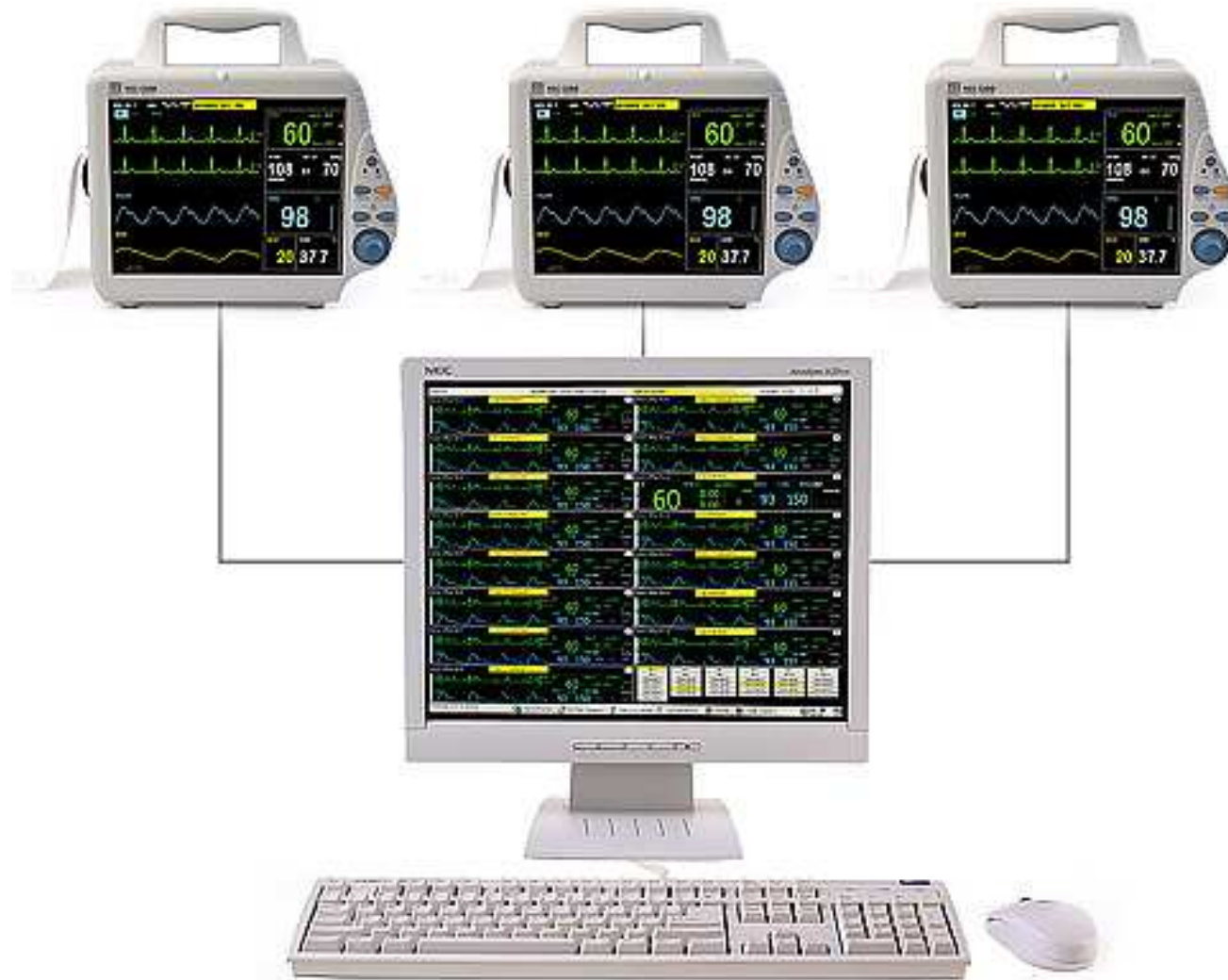
Приклад зовнішнього вигляду ЦМС

Центральна моніторна станція



Приклад зовнішнього вигляду ЦМС

Центральна моніторна станція



Приклад конфігурації ММС (ЦМС плюс приліжкові монітори)