



**Міністерство освіти і науки України**

**ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет енергетики, робототехніки та комп'ютерних  
технологій**

**Кафедра електромеханіки, робототехніки, біомедичної  
інженерії та електротехніки**

**КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ДІАГНОСТИКИ ТА  
ТЕРАПІЇ**

**Апаратура та методи клінічного моніторингу**

**Методичні вказівки  
для самостійного вивчення курсу**

**Для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
денної та заочної форми навчання, спеціальностей:  
163 Біомедична інженерія**

**Харків  
2023**

Міністерство освіти і науки України  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Факультет енергетики, робототехніки та комп'ютерних  
технологій**  
**Кафедра електромеханіки, робототехніки, біомедичної  
інженерії та електротехніки**

**КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ДІАГНОСТИКИ ТА  
ТЕРАПІЇ**

Апаратура та методи клінічного моніторингу

Методичні вказівки  
для самостійного вивчення курсу

Для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
денної та заочної форми навчання, спеціальностей:  
163 Біомедична інженерія

Затверджено на засіданні кафедри ЕРБМІЕ  
Факультету ЕРКТ  
Протокол № 5  
від 16.02.2023

Затверджено рішенням Науково-методичної ради  
Факультету ЕРКТ  
Протокол № 3  
від 22.02.2023 р.

Харків  
2023

УДК 620.3:606

Ф91

Схвалено  
на засіданні кафедри  
**електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та  
електротехніки**

Контроль якості технологій діагностики та терапії: Апаратура та методи клінічного моніторингу. Методичні вказівки для самостійного вивчення курсу. Для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форми навч., спец.: 163 Біомедична інженерія, / Державний біотехнологічний університет; упоряд. Н.Г. Косуліна, В.В.Гузенко – Харків: [б. в.], 2023. – 25 с.

Методичні вказівки з дисципліни “Контроль якості технологій діагностики та терапії” складені у відповідності до навчально плану. Видання включає матеріал для вивчення даної дисципліни за профілем навчання.

Видання призначене для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форми навчання, спеціальностей: 163 Біомедична інженерія.

**Рецензенти:**

**В.О. Шигимага**, д-р техн. наук, проф., кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки Державного біотехнологічного університету;

**М.О. Чорна**, к.т.н. доц. кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки Державного біотехнологічного університету.

**Відповідальний за випуск** : В.В. Гузенко, канд. техн. наук, ст.викл.

© Н.Г.Косуліна, В.В.Гузенко упорядкування, 2023

© ДБТУ, 2023

# МЕДИЧНІ ДІАГНОСТИЧНІ БІОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ

## 1. Синтез структури моніторних систем

Медичні діагностичні біотехнічні системи (БТС) досліджують фізіологічні системи організму за допомогою засобів реєстрації біомедичних сигналів та засобів визначення діагностичних показників з метою отримання найбільш повної інформації про стан організму пацієнта.

Одне з перших застосувань біотехнічного системного підходу належить до оптимізації систем спостереження за станом після операційних хворих.

Інтеграція засобів контролю фізіологічних даних з комп'ютерними інформаційними системами дозволила створити ефективні засоби функціональної діагностики, клінічного лабораторного аналізу, системи спостереження за хворими, орієнтовані не тільки на лікаря, а й сестринський персонал.

Дослідження медичних діагностичних БТС дозволяє знайти вирішення таких задач:

- реєстрація та подання у зручному для лікаря вигляді комплексу даних про фізіологічні системи організму (функціональна діагностика);
- отримання зображень внутрішніх органів та тканин (медичні зображення);
- моніторинг життєво важливих фізіологічних показників у реальному часі (анестезіологія, реаніматологія, інтенсивна терапія);
- аналіз змін фізіологічних показників протягом тривалого часу (моніторування ЕКГ, АТ, глюкози тощо);
- діагностика стану організму пацієнта на базі обробки фізіологічних показників даних клінічних лабораторних аналізів, медичних зображень (автоматизована діагностика).

У свою структуру БТС можуть включати низку терміналів для збору та попередньої обробки даних і центральний модуль, що знаходиться на центральному посту спостереження (рис. 1).

Як приліжкові монітори можуть бути використані прилади реєстрації, обробки та відображення інформації, виконані за модульним принципом. Кожен модуль реєструє параметри одного фізіологічного процесу, наприклад:

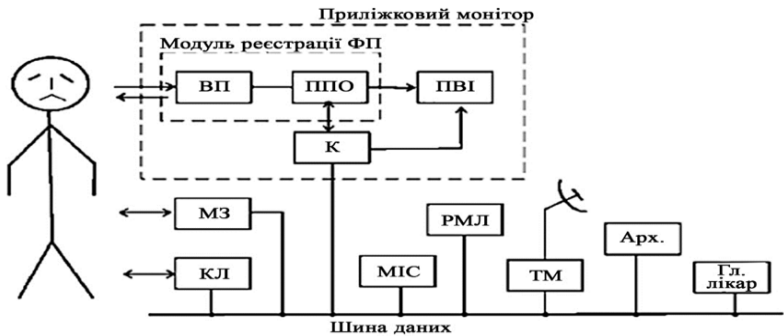
- модуль ЕКГ забезпечує спостереження ЕКГ у декількох відведеннях, вимірювання частоти серцевих скорочень, контроль аритмій, контурний аналіз кривої (виявлення екстрасистол та їх класифікацію, аналіз сегмента ST і т. п.);

- модуль зовнішнього дихання забезпечує спостереження фото-плетізмограми периферичного пульсу, показників газів крові, вимірювання частоти дихання;

- модуль температури забезпечує спостереження за температурою в декількох точках тіла пацієнта;

- модуль гемодинаміки забезпечує оцінку неінвазивного вимірювання артеріального тиску крові, контроль параметрів АД (значення систолічного, діастолічного, середнього тиску), серцевого викиду, хвилинного об'єму кровообігу, периферичного опору та ін.;

- модуль аналізу газів, що видихаються: контроль



**Рис. 1. Структурна схема медичної діагностичної БТС:**

*ВП – вимірювальний перетворювач; ППО – пристрій первинної обробки даних та сигналів; К – контролер; ПВІ – пристрій відображення інформації;*

*МЗ – медичні зображення; КЛІ – клінічні дані; МІС – медична інформаційна система; РМЛ – робоче місце лікаря; ТМ –*

*телемедичний модуль;*

Вибір структури БТС визначається задачами, які вирішуються при контролі стану пацієнтів. Можна виділити три групи функцій, які можуть розглядатися в межах аналізу БТС:

- функції, орієнтовані на пацієнта;
- функції, орієнтовані на медичний персонал; – системно орієнтовані функції.

До першої групи належить реєстрація фізіологічних параметрів, управління датчиками для адаптації до умов реєстрації. До другої групи належать методи відображення інформації, дружні інтерфейси. До третьої групи – попередня обробка сигналів, передача інформації в системі, запам'ятовування, зберігання та документування даних

Прикладом реалізації біотехнічного системного підходу у вирішенні завдань спостереження за станом тяжкохворих є створення моніторної апаратури для реанімації, стеження за станом хворих під час проведення хірургічних операцій.

У багатьох країнах введено в дію стандарти моніторингу, що визначають мінімальне оснащення операційної.

Приліжкові монітори використовуються для контролю стану пацієнта біля ліжка хворого і можуть містити різні модулі залежно від профілю відділення. Дані приліжкових моніторів можуть надходити в єдину інформаційну систему клініки.

Приліжкові монітори і центр збору даних утворюють мережу корис-тувача. Сучасний підхід в організації мережі полягає у введенні стандарту даних обміну, при яких прилади з'єднуються у мережу за допомогою двопровідного кабелю. Така система отримала назву «гнучкого» моніторингу, тому дозволяє довільно нарощувати кількість приладів біля ліжка хворого, а також виводити на дисплей дані будь-якого пацієнта. В останні роки в США введений національний стандарт МІВ за ІЕЕЕ 1073, що визначає протокол обміну у клінічних інформаційних системах.

Цінність системи моніторингу для клінічної практики полягає у такому:

- висока точність та об'єктивність одержуваної інформації;
  - спостереження за фізіологічними процесами в реальному масштабі часу, яке визначається швидкістю реєстрації та обробки інформації;
  - можливість одночасної обробки декількох фізіологічних параметрів і встановлення зв'язку між ними та формування на цій основі діагностичних показників;
  - раннє виявлення ознак порушення регуляції в системах організму, прогностична оцінка стану.

Клінічні інформаційні системи додатково включають базу даних, базу знань, засоби управління базами даних. Термінали клінічних інформаційних систем можуть бути спеціалізованими. Автоматизоване робоче місце (АРМ) лікаря за фахом, наприклад, АРМ анестезіолога, що забезпечує спостереження за показниками стану, ведення наркозної карти, вибір препаратів, розрахунок доз, швидкості введення і т. п.

## **2. Проблеми діагностики стану організму**

Сучасна медицина розглядає стан організму як результат дії функціональної системи, що визначає перебіг метаболічних процесів і поведінки, що відображають гомеостаз та адаптацію до мінливих умов середовища.

Показники стану організму можна розглядати у вигляді величин, що характеризують комплекси фізіологічних реакцій організму, склад яких визначається функціональною системою, якої визначається стан. Спостерігаючи реакції організму на тлі зміни його стану можна визначити межі зміни показників, за якими стан організму можна віднести до гомеостатичної норми, до нозологічної та нозологічної форм. Стан організму як результат діяльності функціональної системи можна визначити такими основними факторами:

- рівнем функціонування системи;

– ступенем напруги регуляторних механізмів; – функціональним резервом.

Рівень функціонування функціональної системи визначається як відносно стабільна величина специфічних реакцій організму, обумовлена природою подразника і властивостями системи.

Кількісно рівні функціонування визначаються скорочень, хви-линний об'єм кровообігу, які характеризують насосну функцію серця.

На рівень функціонування системи впливають біологічні властивості організму, вихідний функціональний стан, інтенсивність подразнюючої дії, обумовлена амплітудно-часовими характеристиками подразнення. Зміна інтенсивності чинників зовнішнього середовища, що впливають, розвиток патологічних процесів є однією з причин переходу фізіологічних систем з одного рівня функціонування на інший. Вивчення реакцій фізіологічних систем показує, що різні рівні функціонування можна представити у вигляді шкали:

- середній рівень життєдіяльності;
- рівень контролю, при якому вмикаються рецептори функціо-нальних систем;
- рівень регуляції, що характеризується вмиканням периферичних механізмів регуляції;
- рівень управління, який визначається генералізацією механізмів регуляції;
- порушення гомеостазу;
- порушення структури системи.

Перші дві градації характерні для здорового організму, третя і чет-верта належать до донозологічних форм, а дві останні пов'язані з пато-логічними зрушеннями.

Досягнення того чи іншого рівня функціонування пов'язане з діяль-ністю механізмів регуляції і управління. Функціонування організму як цілого визначають три основних механізми:

- нижча регуляція, що забезпечує роботу окремих



функціональних систем та регуляторні процеси всередині цих систем, наприклад, регуляція кровообігу, травлення, екскреції; – вища регуляція (управління), що є основою вищої нервової діяльності, яка повною мірою забезпечує зв'язок організму з вищим середовищем; – механізми взаємодії процесів вищого, кортикального рівня з функціональними відділами нижчого рівня регуляції, що є умовою узгодженого функціонування управління та регулювання.

Активність регуляторних механізмів, ступінь генералізації управління, необхідні для підтримки відповідного рівня функціонування або для переходу на інший більш адекватний рівень визначаються ступенем напруги регуляторних механізмів. Для оцінки стану організму використовується така шкала ступенів напруги:

- релаксація, що характеризує мінімальне напруження регуляторних механізмів, повну або часткову адаптацію організму до неадекватних факторів середовища;

- напруження у прояві мобілізації захисних механізмів, пристосування до неадекватних умов;

- перенапруження, для якого характерна недостатність регуляторних механізмів;

- виснаження регуляторних механізмів з перевагою неспецифічних змін над специфічними;

- зрив адаптації з преморбідними, специфічними змінами; – розрив зав'язків з патологічними змінами.

Ступінь напруги регуляторних механізмів оцінюється шляхом вимірювання активності симпатико-адреналінової системи, гормонального викиду, аналізу взаємодії нижчого рівня регуляції і вищого управління.

При виборі в якості індикатора стану організму серцево-судинної системи оцінка напруги регуляторних механізмів може бути проведена шляхом аналізу показників варіабельності серцевого ритму. Триланкове управління ритмом серця (автономне рефлекторне, вегетативне нерве і гуморальне) дозволяє виявити тонку структуру процесів адаптації та пристосування, що відбуваються в організмі.

Зростання напруженості призводить до поступового розриву ланцюгів управління, що проявляється у вигляді зміни показників варіабельності серцевого ритму (при стресі варіабельність падає), які й використовуються для оцінки напруги регуляторних механізмів. Цей метод завдяки простоті процедури вимірювання застосовується в космачній і спортивній медицині, анестезіології, курортології.

Третім чинником, що визначає стан організму, є функціональний резерв. Величину функціонального резерву організму можна визначити як різницю між максимально досяжним рівнем його специфічної функції і рівнем цієї функції в умовах фізіологічного спокою.

Зниження функціонального резерву викликає підвищення ризику захворювання і може бути визначене як погіршення реакції організму на відповідну функціональну пробу або за ступенем його адаптації до повсякденної діяльності.

Оцінка функціонального резерву найчастіше здійснюється прогностичними методами, наприклад, за допомогою моделей з використанням стандартних проб навантаження, які не дозволяють безпосередньо виміряти всю «глибину» резерву організму.

Функціональний резерв знаходиться у певній залежності від рівня функціонування організму і ступеня напруги регуляторних механізмів. У загальному випадку функціональний резерв тим вище, чим менше ступінь напруги регуляторних механізмів або чим вище рівень функціонування.

За аналогією за першими двома факторами, що визначають стан організму, можна встановити такі градації функціонального резерву:

- максимальний і високий характерні для нормального функціонування;
- середній і нижче середнього визначаються при донозологічних формах;
- низький і мінімальний характерні для патологічних станів.

Єдність трьох факторів, що визначають

функціонування організму, дозволяє описати його стан за допомогою фазового простору з координатами «рівень функціонування – ступінь напруги регуляторних механізмів – функціональний резерв». Стан організму в цьому фазовому просторі відображається точкою простору, а динаміка стану – вектором, що з'єднує точки, що відповідають початковому і кінцевому станам.

Стани, що відповідають динамічній нормі, відповідають точкам, розташованим в області, обмеженої двома вищими градаціями координат простору. Патології відповідають точки в області, обмеженої двома нижчими градаціями координат. Перехід від стану норми до стану патології відбувається, в розглянутому просторі по траєкторії, що проходить через область донозологічних форм.

Якщо вектор стану знаходиться в області «норми», то функціональні системи організму компенсують зовнішні впливи, визначаючи стан норми. При посиленні інтенсивності несприятливого впливу ендогенна регуляція фізіологічних систем виявляється не в змозі підтримувати систему на необхідному рівні функціонування, що означає рух вектора стану в область «патології».

Цей перехід супроводжується зміною фізіологічних показників, пов'язаних з факторами, що визначають поточний стан організму. У цьому випадку контроль стану шляхом оцінки цих чинників дає важливу діагностичну інформацію про можливі напрямки зміни стану.

Таким чином, фазовий простір станів дозволяє визначити взаємозв'язок факторів, що впливають на стан організму. При зміні стану організму та виході його на новий рівень функціонування важливу інформацію дає оцінка факторів, що визначають поточний стан організму (наприклад, ступень напруженості регуляторних механізмів або функціонального резерву). Одним з ефективних способів впливу лікування на організм є посилення процесів регуляції у функціональних системах, що визначають

поточний стан організму.

Центральним моментом аналізу діагностичних БТС є завдання оцінки інформативності фізіологічних показників, що реєструються технічними ланками БТС, відносно класифікуємих станів (діагнозів), а також проблема розмежування і оцінки станів за обраним комплексом значень показників.

Формалізований алгоритм визначення стану (діагнозу) може включати в себе логічні правила (зіставлення), а також математичні моделі (ймовірні), які підвищують надійність діагностичних рішень.

Логічний аналіз заснований на клінічному методі, що включає визначення набору якісних ознак стану (симптом є або немає) отримання симптокомплексу та обґрунтування на основі бази знань єдиного або декількох ймовірних діагнозів. Для диференціації діагнозу використовується методика додаткових обстежень.

Отримані оцінки враховують відомі статистичні дані про частоту виникнення захворювань та діагностичну цінність окремих симптомів.

### **3. Логічні схеми розмежування станів**

При використанні логічних схем розмежування станів оцінюється ступінь наближення медико-біологічних даних, отриманих при обстеженні пацієнта, і відповідних даних для верифікованого діагнозу.

Визначення інформативності показників, що реєструються, та ступеня розмежування класифікуємих станів у результаті логічного аналізу комплексу значень показників може здійснюватися методом навчальної вибірки спостережень.

У навчальній вибірці даних поділ на класифіковані стани (діагнози) здійснюється за об'єктивним критерієм, який не залежить від спостережуваних параметрів. У клінічній діагностиці використовуються вибірки спостережень з верифікованим діагнозом.

*Приклад.* Створення діагностичної системи для оцінки стану льот-чика, при допуску його до польотів.

Стани, що класифікуються (діагнози): спокій (II), стрес (С). Основні вимоги до вибору фізіологічних параметрів, що реєструються: малий час реєстрації, неінвазивність методу реєстрації, інформативність параметрів відносно станів, які класифікуються.

Як індикатор стану обирається серцево-судинна система як провідна система організму, що реагує на стресові подразники. Параметри серцево-судинної системи задовольняють поставленим вимогам: величина ЧСС, яка визначається шляхом обробки реограми при малому усередненні; величини  $AD_{\text{діаст}}$ ,  $AD_{\text{серед}}$ ,  $AD_{\text{сист}}$  які визначаються осцилометричним методом; величина  $T_{\text{виг}}$  – час вигнання крові з лівого шлуночка серця, що визначаються шляхом обробки реограми.

#### **4. Біотехнічні системи клінічного моніторингу**

Підвищення ефективності сучасних медичних технологій тісно пов'язане з вдосконаленням методів та інструментальних засобів діагностики і об'єктивного контролю стану пацієнта в процесі лікування. У медицині критичних станів проблема безперервного контролю діагностичних даних посідає особливе місце, оскільки в цій галузі медицини моніторинг поточного стану пацієнта може мати життєво важливе значення.

Побудова інструментальних засобів діагностики стану засновано на реєстрації та вимірювання фізіологічних показників, що характеризують роботу найважливіших фізіологічних систем організму.

Першими технічними засобами, що використовувалися для цієї мети, стали ртутний термометр для визначення температури тіла та звукопідсилювальна трубка для прослуховування шумів серця і дихання.

Розвиток техніки і, особливо, електроніки привів до створення високочутливих методів реєстрації

біологічних сигналів і ефективних засобів їх обробки та отримання діагностичних даних.

Біомедичні сигнали являють собою різноманітні за характером прояву (електричні, механічні, хімічні та ін.) діяльності фізіологічних систем організму. Знання параметрів та характеристик біологічних сигналів доповнює клінічну картину захворювання об'єктивною діагностичною інформацією, що дозволяє прогнозувати розвиток стану пацієнта.

Сучасна концепція клінічного моніторингу (від лат. *monitor* – застережливий) передбачає безперервний контроль стану пацієнта, який здійснюється на основі реєстрації фізіологічних даних та оцінки діагностичних показників організму з метою виявлення відхилення показників, попередження небезпек і ускладнень, що виникають в процесі лікування.

Методи дослідження фізіологічних процесів, що використовуються в приладах клінічного моніторингу, повинні забезпечувати безперервність реєстрації біологічних сигналів, у реальному масштабі часу, при високій діагностичній цінності одержуваних показників. Цим вимогам задовольняють деякі методи фізіологічних досліджень, які широко використовуються у функціональній діагностиці.

*Електрокардіографія* – метод дослідження електричної активності серця, здійснюється за допомогою реєстрації та подальшої обробки електрокардіограми (ЕКГ). Використовується в моніторах для візуального спостереження ЕКГ та діагностики порушень, для стеження за показниками варіабельності серцевого ритму, що відображають стан регуляторних процесів в організмі.

*Електроенцефалографія* – метод дослідження біоелектричної активності мозку, що дає інформацію про функціональний стан мозку та його окремих ділянок. Використовується при моніторингу активності центральної нервової системи, зокрема, при визначенні глибини анестезії за допомогою біспектрального аналізу

електроенцефалограми, а також шляхом оцінки слухових викликаних потенціалів мозку.

*Імпедансна плетизмографія* (електроплетизмографія, реографія) – метод дослідження центральної та периферичної гемодинаміки, заснований на вивченні опору тканин змінному електричному струму. При моніторингу параметрів гемодинаміки (ЧСС), ударного об'єму, загального периферичного опору, параметрів венозного відділу кровообігу та ін. Оцінюється пульсуюча складова опору тканин, що виникає внаслідок зміни інтенсивності кровотоку. При моніторингу змісту та розподілу рідини в організмі, оцінці піддається базова складова опору тіла на різних частотах. У багатоканальних моніторах метод використовується для стеження за параметрами дихання, наприклад, частотою дихання (ЧД).

*Фотоплетизмографія* – метод дослідження периферичної гемодинаміки, заснований на вивченні поглинання світла, що проходить через досліджувану ділянку тканини з пульсуючою кров'ю. Використовується у моніторах пацієнта для визначення ЧСС, величини інтенсивності пульсації кровотоку, а також у пульсоксиметрії.

*Осцилометрія* – метод дослідження параметрів периферичної гемодинаміки, здійснюється шляхом реєстрації та аналізу пульсацій тиску в оклюзійній манжетці, що знаходиться навколо досліджуваної посудини. Використовується у клінічному моніторингу для стеження за параметрами артеріального тиску (АТ) крові.

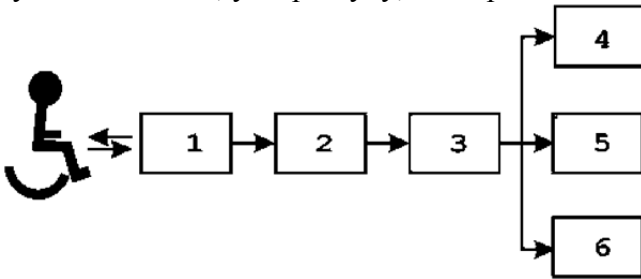
*Оксиметрія та капнометрія* – методи дослідження функції зовнішнього дихання, засновані на аналізі складу газів, що видихаються, або газів крові в досліджуваних ділянках тканин. Використовується у клінічному моніторингу з метою оцінки та стеження за концентрацією кисню (вуглекислого газу) у повітрі, що видихається, напруги кисню у крові, сатурації гемоглобіну крові киснем.

Розвиток засобів реєстрації та методів обробки біологічних сигналів, а також широке використання

мікропроцесорної техніки, привело до об'єднання окремих приладів вимірювання та контролю фізіологічних параметрів у багатофункціональні моніторні системи, які дозволяють вести комплексну оцінку стану пацієнта. У клінічних моніторних системах здійснюється збір фізіологічних даних, аналіз отриманої інформації, визначення діагностичних показників та представлення результатів у зручному для сприйняття вигляді (рис. 2).

Збір даних у моніторних системах, заснований на реєстрації біо-логічних сигналів, тобто перетворенні сигналів, що відображають функціонування фізіологічних систем у форму, зручну для подальшої обробки та аналізу.

Фізіологічні параметри можуть бути визначені або безпосередньо як вимірені фізичні величини, наприклад, температура, тиск, біоелектричні потенціали або як величини, що характеризують взаємодію фізіологічних процесів організму з фізичними полями, наприклад, величина ослаблення оптичного випромінювання, що пройшло через досліджувані тканини, ультразвуку, електромагнітних хвиль.



**Рис. 2. Структура клінічного монітора:**

*1 – датчики фізіологічних параметрів; 2 – блок первинної обробки даних; 3 – блок аналізу інформації; 4 – реєстратор; 5 – дисплей; 6 – пам'ять*

Для реєстрації та вимірювання фізіологічних параметрів служать датчики, що містять чутливі елементи, які перетворюють фізіологічний процес, що досліджується, на електричний сигнал. Аналіз даних в моніторах включає первинну



обробку електричних сигналів датчиків, наприклад, посилення сигналів, фільтрацію перешкод, аналогоцифрове перетворення, вимірювання характеристик сигналів, що мають діагностичну цінність.

Найпростішим варіантом аналізу даних, що використовується у при-ліжкових моніторах, є пороговий контроль величини поточних значень фізіологічних параметрів з можливим включенням тривожної сигналізації при наближенні значення контрольованого параметра до задалегідь заданої, «небезпечної», величині.

Після первинної обробки біологічних сигналів аналіз даних в моні-торних системах ведеться за допомогою засобів мікропроцесорної техніки, яка надає великі можливості для реалізації складних діагностичних алгоритмів обробки фізіологічної інформації, зокрема, проведення спектрального, статистичного, регресійного та інших методів математичного аналізу.

У той же час цифрова обробка сигналів у моніторах спрощує побудову апаратури та реалізацію багатоканального відображення фізіологічних кривих на графічних дисплеях, організацію пам'яті даних, передачу інформації цифровими мережами, формування баз даних для відтермінованого аналізу.

Цифрова обробка сигналів у сучасних моніторах дозволяє провести складний багатопараметровий аналіз фізіологічної інформації, яка над-ходить, що призводить до зниження впливу артефактів, що виникають при реєстрації сигналів.

Використання комп'ютерних засобів обробки даних дає можливість надавати всю інформацію, що надходить від апаратури, у зручному для лікаря вигляді. В «інтелектуальних» моніторах здійснюється перехід від контролю окремих фізіологічних параметрів до спостереження за змінами інтегральних показників, що характеризують стан пацієнта.

Інтегральний показник стану може бути визначений

за способом формування узагальненого критерію на основі заходів відхилення приватних критеріїв від «ідеальної» альтернативи. Як запобіжний узагалі-нений критерій стану може бути використана ступінь відповідності значень фізіологічних параметрів, у розглянутий момент часу, до границь їх динамічної норми.

Величина інтегрального показника стану може бути визначена як мінімальна відстань між точкою багатовимірному простору нормованих значень фізіологічних параметрів та областю цього простору, що відповідає динамічній нормі. Відносна зміна відстані, що визначається у різні моменти часу, характеризує динаміку зміни стану пацієнта.

### **5. Класифікація фізичних методів діагностики та терапії.**

**Фізичні методи** - ряд сучасних інструментальних методів, які розроблені фізиками і використовуються в медицині.

Характерні ознаки **фізичного методу**:

1. Здійснюється взаємодія падаючого випромінювання, потоку частинок або будь-якого поля з об'єктом.
2. Вимірюється результат цієї взаємодії.

Пряма задача **фізичного методу**:

1. Відомі властивості об'єкта.
2. Досліджується минуле, відбите або розсіяне об'єктом випромінювання.

Обернена задача **фізичного методу**:

1. Відомий результат взаємодії.
2. Визначити властивості об'єкта.

Класифікація **фізичних методів** дослідження

*Спектроскопічні методи поділяються на: оптичні та магніторезонансні методи.*

*Оптичні методи: колориметрія, флуоресцентні методи, УФ-спектроскопія, коливальна спектроскопія.*

*Магніторезонансні методи: ядерний, магнітний резонанс, електронний парамагнітний резонанс.*

*Колориметрія або абсорбційна фотометрія - дозволяють визначити концентрацію розчиненої речовини, знаючи інтенсивність поглиненої розчином світла з даною довжиною хвилі.*

*Флуоресцентні методи - дають інформацію про зміну макромолекул під впливом оточення або зв'язування з іншими молекулами.*

*Полум'яна спектроскопія дозволяє визначити концентрацію елемента за інтенсивністю випромінювання, індукованого тепловим збудженням атомів цього елемента.*

*Дифракційні методи - вимірюють залежність інтенсивності розсіяного випромінювання від кута розсіювання:*

- рентгенографія;*
- нейронографія;*
- електронографія.*

*Рентгеновські промені: 0,07 - 0,2 нм.*

*Нейронні промені: 0,15 нм.*

## **Електронні промені: 0,005 нм.**

**Метод рентгеноструктурного аналізу (РСА)** дозволяє визначити координати атомів в трьох вимірному просторі кристалічної решітки речовин.

Застосування **РСА** для встановлення просторової структури білків:

1. Отримання високоочищеного білка;
2. Отримання кристалів білка.

### **Іонізаційні методи.**

В результаті взаємодії будь-якого падаючого випромінювання або потоку частинок з об'єктом, молекули останнього іонізуються і з них формується новий потік частинок, який направляється на аналіз:

- магнітна спектрометрія;
- рентгенівська електронна спектрометрія (РЕС);
- ультрафіолетова електронна спектрометрія (УЕС).

**Види терапії** поділяються на два типи: *консервативне лікування і хірургічне лікування.*

До *консервативної терапії* відносять: хімічні методи, біологічні методи, фізичні методи, радіотерапія, електрофорез, фонофорез, фізіотерапія, ударно-хвильова терапія.

До *хірургічного лікування* відносять: традиційне хірургічне втручання, лазерна хірургія, лазерний скальпель, лазерний пілінг, лазерна корекція зору, УЗ хірургія.

### **Фізичні методи терапії.**

- радіотерапія променева (лікування іонізуючим радіаційним рентгенівським гамма-бета випроміненням);
- фотодинамічна (онко захворювання);
- лікарський електрофорез (лікарські речовини в людину за допомогою постійного струму);
- фонофорез (використання ультразвуку для доставки лікарських речовин через шкіру і слизові).

### **Методи фізіотерапії.**

- лазеротерапія (світлова енергія лазерного випромінення);
- ультразвукова;
- масаж;
- лікувальна фізкультура;
- гідротерапія.

### **Хірургічні методи.**

- лазерна хірургія.
- лазерна корекція зору.

### **УЗ хірургічні методи.**

- УЗ літотрипсія;
- високоінтенсивна сфокусована ультразвукова абляція.

### **Фізичні методи діагностики.**

- оптичні методи;
- спектроскопія;
- томографія;

- УЗД;
- ультразвукові методи;
- мікроскопія;
- спектр-візуалізація;
- УЗ хірургія.

## **6. Оптичні методи дослідження біотканин і біорідин.**

Типи спектроскопічних вимірів:

- Поглинання ( методи УФ видимої та інфрачервоної поглинальної спектраскопії);
- Пружне розсіювання (методи пружного розсіювання);
- Непружне розсіювання (методи комбінаційного розсіювання);
- Випромінювання (методи флуоресцентної і фосфоресцентної спектраскопії).

Базовий спектрофотометр в основному складається з наступних компонентів:

- джерело збудливого випромінювання;
- дисперсійний пристрій (оптичний фільтр, монохроматор або поліхроматор);
- зразок (зазвичай в комплекті з тримачем зразка) ;
- фотометричний детектор (обладнаний пристроєм зчитування інформації).

Основні класи спектрофотометрів:

- 1) фільтруючі пристрої

- 2) монохроматорні пристрої
- 3) багатоканальні пристрої

### **Основні визначення і базові поняття.**

*Моніторинг* – систематичний процес збору інформації щодо результативності клінічної або неклінічної діяльності роботи чи систем ( моніторинг може бути періодичним або безперервним).

*Оцінка* – систематичне вивчення впливу на досліджуваній об'єкт процес, а також дослідження процесу реалізації заходів або їх наслідків для розробки рекомендацій з подальшої оптимізації діяльності, підвищення її ефективності та результативності.

*Критерії якості медичної допомоги* визначається як мінімальний обов'язковий рівень медичної допомоги, нижче якого вона не повинна надаватися, та бажаний рівень – такий, що через об'єктивні причини не може бути досягнутий, але досягнення якого мають на меті, оскільки він забезпечить поліпшення якості медичної допомоги.

*Індикатор якості медичної допомоги* – кількісний або якісний показник , відносно якого існують докази чи консенсус щодо його безпосереднього впливу на якість медичної допомоги визначені ретроспективно.

Більшість індикаторів визначаються як відношення числа об'єктів, які задовільняють певним властивостям (чисельних

індикаторів) до загального числа досліджувальних об'єктів (знаменник індикатора).

## **7. Лазерний моніторинг швидкості кровотоку і лімфотоку.**

Форменні елементи крові: еритроцити (червоні), лейкоцити (білі), тромбоцити (рожеві).

Гематокріт – характеристика крові визначається відношенням об'єму, займаного еритроцитами, до об'єму плазми крові. У нормі гематокріт для крові людини 35-54%.

Профіль швидкості кровотоку: фіброзний шар, ковзний шар, центральна область збагачена еритроцитами, реальний профіль швидкості, параболічний профіль швидкості характерний для ньютонівської рідини.

З точки зору гідродинаміки крові, всі судини можна розділити на чотири групи: мікросудини з діаметром 3-5мкм, мікросудини з діаметром 5-7 мкм, судини з діаметром від 7-12 мкм, судини з діаметром, що перевищують розмір еритроцита, 12-180мкм.

Мікросудини в порівнянні з кровеносними мають більший діаметр.

Основним розпізнавальним елементом є лімфоцити. Їх розмір становить 7-10 мкм.

Особливістю лімфоцитів в мікросудинах є їх рівномірне розташування.



Навчальне видання

Контроль якості технологій діагностики та терапії  
Апаратура та методи клінічного моніторингу

Методичні вказівки  
для самостійного вивчення курсу

Для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
денної та заочної форми навчання, спеціальностей:  
163 Біомедична інженерія

Упорядники:  
**КОСУЛІНА** Наталія Геннадіївна  
**ГУЗЕНКО** Віталій Вікторович

Формат 60x84 1/16. Гарнітура Times New Roman  
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. 2,5

Наклад 30 пр.

**Державний біотехнологічний університет**