

УДК 004.9:61

© **О.А. Хорозов**, канд. фіз.-мат. наук, провідн. наук. співробітник

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ

СИСТЕМА ТЕЛЕМОНИТОРИНГУ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПАЦІЄНТІВ

Розробка системи біотелеметрії і протоколу телемедичних повідомлень щодо моніторингу показників стану здоров'я пацієнтів.

Ключові слова: біотелеметрія, телемоніторинг, база даних, електрокардіограма, хмарні обчислення.

Вступ

Досягнення в галузі сенсорних технологій, бездротового зв'язку і хмарних обчислень дають можливість проектувати системи біотелеметрії з передачею даних в реальному часі до інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття рішень [1, 2]. Цифрові пристрої з типовим набором датчиків призначено для моніторингу показників, пов'язаних з фізичним станом людини. Блоки датчиків формують біометричні сигнали температури тіла, кров'яного тиску, насичення артеріальної крові киснем, пульсу, серцевої діяльності (електрокардіограма – ЕКГ). Різні набори фізіологічних показників пацієнтів характерні для п'яти сценаріїв медичного обслуговування, а саме: догляд на дому та дистанційне консультування; ішемічна хвороба серця; дихальна недостатність; телеконсультування травми; патологія. Система телемоніторингу економить вартість відвідування клініки і забезпечує своєчасне надання рекомендацій щодо лікування.

Оскільки дані мають великі обсяги, необхідно застосувати проміжний рівень управління процесом збору даних (формування запитів, агрегування та зберігання). Дані, отримані від набору датчиків на тілі пацієнта, фільтруються через програмний інтерфейс і зберігаються у базі даних (БД) електронних медичних записів. Процес збору, зберігання і передачі даних активується сигналізацією аварійної ситуації у випадку критичного стану пацієнта. Ці дані можуть бути доступні фахівцям охорони здоров'я через Web-сервіси, коли це необхідно.

Метою даної роботи є представлення програмних компонент для забезпечення автоматизації зберігання і пошуку повідомлень відносно критичного стану здоров'я пацієнтів. Робота зорієнтована на проектування програмних додатків системи біотелеметрії показників пацієнтів. Основна функція програмного забезпечення є інтеграція різних типів даних, отриманих від сенсорних пристроїв, і передача їх до інформаційно-аналітичного центру.

Структура системи телемоніторингу

Моніторинг біометричних показників пацієнта реалізується через телекомунікаційну мережу, яка з'єднує різні типи фізіологічних датчиків. Мережа датчиків передбачає бездротовий зв'язок між сенсорними блоками області тіла пацієнта і блоком обробки даних. Принципова схема системи заснована на сервісно-орієнтованій архітектурі, що складається з мережі датчиків спостереження; блоку обробки сигналів; цифрового пристрою і сервера управління. На рис. 1 представлена структура системи моніторингу.



Рис. 1 – Структура інформаційно-аналітичної системи телемоніторингу

Цифровий пристрій обробки даних призначений для визначення фізіологічних показників та передачі повідомлень до сервісного центру. Функції аналітичного серверу управління мережею сенсорних блоків складаються з обробки медичних даних пацієнтів, формування та передачі повідомлень до осіб, що приймають відповідні рішення відносно критичних значень показників. Значення показників залежать від віку, ваги, фізичного навантаження і загального стану здоров'я пацієнта. Наприклад, діапазони деяких показників для дорослої людини: артеріальний тиск 90/60–120/80 мм/рт; пульс 60–100 ударів на хвилину; дихання 12–18 вдихів на хвилину. Система моніторингу повинна передбачити сигналізацію про відхилення від нормального діапазону значення показників у випадку критичного стану пацієнта.

Для забезпечення управління розподіленою мережею сенсорних блоків телемедичної системи і обміну інформацією між закладами охорони здоров'я пропонується використання «хмарної» технології для зберігання, оновлення результатів обстеження та надаючи доступ до даних пацієнтів фахівцям лікарняних закладів.

Розглянемо прототип системи (рис. 1), яка збирає дані ЕКГ в режимі реального часу. Блок обробки даних ЕКГ аналізує п'ять типів даних: демографічні і глобальні виміри, виміри відведень, сигнальні, діагностичні виміри. Дані при формуванні результатів сеансу завантажуються у пам'ять або зберігаються у файлі стандартизованого формату. Елементи файла містять інформацію щодо калібрування даних та параметрів пристрою. Сигнальні дані хвильової форми пов'язані із серіями, кожна з яких містить час початку і закінчення процесу вимірювання. Елементи серії мають атрибути для зберігання типу вимірювань, назви каналу та його частоти. Файли даних містять необхідну інформацію для побудови медичного запису, який надсилається до аналітичної системи обробки електронних документів.

Отримані файли даних передаються до програмного модуля «Агент», який виконує функцію брокера для забезпечення маршрутизації та обміну повідомленнями між різними компонентами системи. Прикладний сервер, обслуговуючий клієнтські запити через Web-сервіси, може розподіляти робоче навантаження між декількома БД у контексті транзакцій без створення внутрішнього обміну повідомленнями. На рис. 2 представлена система формування, збору та обробки медичних записів.



Рис. 2 – Інформаційне забезпечення системи

Блок моніторингу (рис. 2) виконує функцію виявлення критичних показників і передає повідомлення разом з набором хвильових сигналів до БД медичних записів (рис. 1) для подальшого аналізу. Система телемоніторингу в цілому повинна забезпечити маршрутизацію повідомлень, кодування сигналів та зображень (DICOM, Jpeg), а також контролювати операції системи управління БД при архівації медичних записів і підтримувати Web-сервіс.

Технічна реалізація спостережень і вимірювань даних

Розглянемо приклад технічної реалізації біометричних вимірювань для діагностики пацієнта на прикладі сенсорної платформи. Платформа представляє собою набір інтерфейсів датчиків різних типів. Зібрана інформація із сенсорних блоків передається через комунікаційний порт USB або по бездротовій мережі з використанням Bluetooth, Wi-Fi, ZigBee. Дані відправляються безпосередньо на пристрої з операційною системою WindowsPhone, iPhone, Android. Крім того, приєднавши камеру до модуля 3G мобільної мережі, можна відправляти зображення пацієнта до центру діагностики для спостереження у реальному часі. Мережа 3G дозволяє передачу даних формату DICOM та результатів 12-канальних ЕКГ зі швидкістю 1,5~3,6 Мбіт. Оцінку швидкості передачі DICOM файлів між мобільним телефоном і системою архівації зображень PACS [3] наведено в таблиці.

Таблиця – Оцінка завантаження DICOM-ЕКГ і DICOM X-ray при 2 Мбіт

Модальність	Pixel	Розрядність	Розмір	Час (с)
ECG (12-lead ECG)			65 Kb	5
CR (Cheat X-ray)	2420 × 2430	12	5.2 Mb	185

Отримані дані з датчиків ще не є медичним звітом, оскільки потребують додаткової обробки. На першому етапі реєструються типи сигналів датчиків і формуються пакети даних,

які включають хвильові форми сигналів. Другий етап пов'язаний з формуванням повідомлення для передачі даних. Дані представляються у формі звіту моніторингу здоров'я персони. Практична реалізація здійснюється за допомогою програмного модуля виявлення критичних параметрів, формування звіту і передачі даних до аналітичного серверу. Третій етап пов'язаний з архівацією персональних звітів.

Основна задача системи полягає в обробці потоку даних і аналізу звітів. Це означає, що мобільні пристрої абонентів повинні формувати повідомлення єдиного формату для обробки і завантаження даних на сервер.

Протоколи передачі даних

Роль датчиків полягає у забезпеченні технологічного ланцюга процесу обробки результатів вимірювання, локації значень показників та робочих характеристик (точність, поріг і т.д.). Електронний паспорт датчиків (TEDS) являє собою стандартизовану інформацію щодо ідентифікації, калібрування, корекції даних та містить інформацію вимірювального приладу. Дані TEDS, які визначені сімейством стандартів (IEEE 1451), формуються двома засобами: а) перебувають у вбудованій пам'яті (EEPROM) датчика; б) існують у вигляді файла даних.

Синтаксис розмітки датчиків стосується визначення характеристик, необхідних для обробки даних та оцінки якості вимірювань. У даному контексті вирішується задача проектування формату даних та подання інформації у вигляді електронного медичного запису (ЕМЗ). Біометричні дані, які передаються у власному форматі пристроїв, повинні бути нормовані до стандартного формату, використовуючи єдине представлення для інтерпретації даних, а саме: представлення ЕКГ сигналів у формі документа безперервного догляду за пацієнтом.

У моделі протоколів взаємодії відкритих систем OSI формування структури і типів даних є функцією рівня додатків, а бінарне кодування потоку даних відноситься до рівня представлення. Такий розподіл функцій дозволяє на рівні прикладних додатків мати справу з даними, незалежно від типу кодування. Системи ЕМЗ на прикладному рівні використовують формат даних XML, який не залежить від кодування нижнього шару ОСІ моделі і базується на текстовому кодуванні. Метою застосування XML є розробка транспортного протоколу формату HL7 CDA XML.

Стандартний протокол зв'язку для електрокардіографії SCP-ECG включає демографічні дані пацієнта, вимірювального приладу, значення частоти серцевих імпульсів та характеристики серцевого циклу, а також запис форми сигналів ЕКГ. Протокол SCP-ECG, який підтримується багатьма виробниками обладнання, надає можливості розширення для передачі додаткових даних: насичення артеріальної крові киснем SP02 (Розділ-200); температури (Розділ-201); вмісту CO₂ у крові (Розділ-202); кров'яного тиску і частоти пульсу (Розділ-203); отримання інформації щодо алергії (Розділ-204), а також включає Розділ-207 для геолокації за допомогою системи позиціонування даних (GPS). Система може застосовувати набір стандартних протоколів: ECG-SPC (EN1064) [4], DICOM Sup 30 ECG [5], HL7 Annotated ECG XML [6] за рахунок взаємної конвертації бінарних протоколів і XML-повідомлень.

Трансформація формату даних

Підсистема обробки сигналів отримує дані у власному форматі пристроїв, які повинні бути нормовані для подальшого застосування єдиного інформаційного уявлення. Формат сигналів визначено відповідно до звіту моніторингу здоров'я персони за стандартом ISO/TS11073-92001 або стандартом архітектури медичного документу (CDA).

Ключовим компонентом програмного забезпечення є інтерфейс доступу до даних пристрою. Сигнали ЕКГ отримують в режимі реального часу, якщо бібліотека «Device.dll» інтерфейсу пристрою реалізується для прийому даних. Тоді програмні модулі багатоканального пристрою ЕКГ дозволяють фільтрувати і записувати сигнали, розраховувати аналітичні параметри та друкувати результати сеансу.

Після отримання даних у бінарному форматі необхідно конвертувати файл з розширенням SCP до формату XML, який придатний для подальшого аналізу. Схема XSD задає структуру і типи даних елементів файла XML та дозволяє підтримувати бінарні ноди контенту документу з кодуванням base64Binary та hexBinary. Дані моніторингу зберігаються у файлах XML із структурними елементами результатів сеансу біометрії. Переважна частина XML-документу складається з елементів серії. Елементи серії мають атрибути для визначення роду вимірювань та інформацію про пристрій. Файли з даними містять необхідну інформацію для формування EM3 на прикладному рівні, які трансформуються до стандартного звіту та надсилаються до аналітичних центрів обробки даних.

В індустрії розробки програмного забезпечення ЕКГ популярними є бінарні формати SCP-ECG, DICOM-ECG і формат HL7 Annotated ECG. Отримані з цифрового пристрою дані представлені бінарними файлами SCP або DICOM, які за допомогою програмної утиліти можна конвертувати у MUSE-XML, aECG або PDF формат для перегляду і аналізу. Програмне забезпечення ECGToolkit [7], з відкритим вихідним кодом, призначено для перетворення, перегляду і друкування електрокардіограм. Утиліта підтримує формати: SCP-ЕКГ, DICOM, HL7 aECG, MUSE-XML.

Фрагмент файла ЕКГ MUSE-XML з бінарними даними:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<RestingECG>
<PatientDemographics>
<PatientID>PC-123</PatientID>
<DateofBirth>12/07/1953</DateofBirth>
<Gender>Male</Gender>

</PatientDemographics>
<TestDemographics>
<DataType>Resting</DataType>
<AcquisitionDevice>ECGTool</AcquisitionDevice>
<AcquisitionTime>09:10:00</AcquisitionTime>
<AcquisitionDate>2014-02-11</AcquisitionDate>

</TestDemographics>
<RestingECGMeasurements>
<QRSDuration>120</QRSDuration>
<PRInterval>148</PRInterval>
```

```

<QTInterval>420</QTInterval>
<QTCorrected>443</QTCorrected>
<PAxis>44</PAxis>
<RAxis>-61</RAxis>
<TAxis>86</TAxis>

</RestingECGMeasurements>
<Waveform>
<WaveformType>Rhythm</WaveformType>
<WaveformStartTime>0</WaveformStartTime>
<NumberofLeads>8</NumberofLeads>

<LeadData>
<LeadByteCountTotal>10000</LeadByteCountTotal>
<LeadID>I</LeadID>
<LeadDataCRC32>3994716513</LeadDataCRC32>

<WaveFormData>
//////////7////+//7//v/9//z//P/8//3//v/9//v/+//7//z//P/8//3//f/9//3//f//////////8A
AAAAAAAABAAAA///+//7//v////7//v/9//3//v////7//v/9//3//v/9//7////wAAAAABAAEAAQACAAMA
AwADAAEAAQAAAAAAAgAEAAAMAawADAAAYABwAHAAgACAAIAAKACgAMAA0ACwAMAAwACwAOABAAEgATABMAEWAT
ABIAEQAA4ADgANAA0ADAAJAAYAAwACAAAAAAD///3//P/9//7//9//z//+//7//v//P/9//7//9//z//+//7//v//+//3//f/8//v//v/6//r/9//1//L/8P/u//+r/5//k//+D/3f/c/93/3f/h//+X/6v/y//n//8F
AAwAFQAcACIAKgAzAD0ARABHAEUAQQQA7ADQALAA1AB4AGAARAAsACAANAAUAAwADAAIAAgAAAAAAQABAAAA
///+//3//f//+////////+//7//8AAP////////wAAAAD+//3//f/9//z//P/8//v/+//7//v//P/9//v/+
//7//v/+//7//7//v////7//v////wAAAQAAAP//////////7//f//+wAAAAD//wAAAQABAAMA
BAADAAIAAQABAAAAAQAAP////////wAAAQACAATAAAAAAADAAD////////AAAAAA//wAAAAD+
</WaveFormData>
</LeadData>
</Waveform>
</RestingECG>

```

Файл RestingECG містить групу з восьми елементів <LeadData>. Значення кожного елемента <LeadID> (I, II, V1, V2, V3, V4, V5, V6) відповідає одному сигналу. Решта відведень ЕКГ (III, AVR, AVL, AVF) розраховуються за допомогою лінійних рівнянь. Фактична форма сигналу включається у елемент <WaveFormData>, який містить дані кодування 64Base без стиснення. Значення елемента <LeadByteCountTotal> є загальне число байтів. Після розбору XML-файла форми сигналів зберігаються у 12 буферах і використовуються для перегляду.

Відповідно до стандарту ЕМЗ звіт ЕКГ повинен відповідати архітектурі клінічного документа HL7 CDA XML. Тоді, для запису результатів обстеження ЕКГ у медичну карту пацієнта, необхідна конвертація бінарного файлу testECG.scr до файлу aECG.xml. – персонального медичного запису пацієнта. Файл aECG.xml містить вичерпну інформацію про кардіографічні дослідження, включаючи сигнали відведень, розгорнуті у часі. Така інформація потрібна для висновку спеціаліста, а також для графічного представлення ЕКГ у вигляді растрового або векторного зображення. Слід відзначити, що aECG.xml не повністю сумісний зі специфікацією CDA, тому потрібно виконати додаткове перетворення aECG до стандарту клінічного документа, включивши заголовок і секції, що містять висновки і графічне представлення ЕКГ або зображення у вигляді додатка формату PDF.

Структури баз даних ЕКГ

Конструкція сховища ЕКГ повинна імплементувати структуру об'єктної моделі запису ЕКГ. Необхідність зберігання XML даних у БД пов'язано з подальшим використанням їх для обміну. Існує ряд методик проектування БД XML документів від ієрархічної до об'єктно-реляційної моделі. У БД, які використовують дані формату XML, документи зберігаються як нерозібрані символні об'єкти у колонках таблиць. Відмова від розбору структури XML-документів економить час і підвищує продуктивність завантаження даних, однак продуктивність завантаження досягається за рахунок низької продуктивності пошуку інформації. Вартість розбору пакету даних та їх оновлення збільшується пропорційно розміру XML-документів.

Якщо комбінувати XML і реляційне представлення даних, то доцільно зберігати деякі розділи XML-документа в колонці та проводити декомпозицію інших розділів (наприклад, заголовка документа), що забезпечує ефективний пошук інформації. Для побудови БД, з можливостями зберігання XML-даних, пропонується застосування гібридного підходу на рівні семантично цілісних розділів документа. На сервері БД будується колекція XSD-схем документа для кожного типу розділу.

Розглянемо метод пошуку інформації по документу RestECG.xml. Після збереження XML-документа у колонці XMLData таблиці ECGwithXML БД ECGXML, об'єкт завантажують у пам'ять та організують доступ до його компонентів через запити XPath. Використовуючи інтерфейс програмного додатка, витяг даних реалізується із зазначенням шляху до контекстних елементів XML-схеми та SQL-запитів. Приклад формування запиту до розділів «Форми сигналів» та «Вимірювані показники» документа RestECG.xml:

```
SELECT* FROMECGwithXML
GO
DECLARE @XML AS XML, @iDoc AS INT, @SQL NVARCHAR (MAX)
SELECT @XML = XMLData FROM ECGwithXML
EXEC sp_xml_preparedocument @iDoc OUTPUT, @XML
SELECT LeadID,LeadDataCRC32,WaveFormData
FROM OPENXML(@iDoc, 'RestingECG/Waveform/LeadData')
WITH
(
LeadID [varchar](10) 'LeadID',
LeadDataCRC32 [nvarchar](10) 'LeadDataCRC32',
WaveFormData [nvarchar](max) 'WaveFormData'
)
SELECT PRIInterval,QRSDuration,QTInterval
FROM ECGwithXML (@iDoc, 'RestingECG/RestingECGMeasurements')
WITH
(
PRIInterval [varchar](10) 'PRIInterval',
QRSDuration [nvarchar](10) 'QRSDuration',
QTInterval [nvarchar](10) 'QTInterval'
)
EXEC sp_xml_removedocument @iDoc
GO
```

Результат запиту наведено на рис. 3.

Id	XMLData	LoadedDateTime
1	<RestingECG> <id root="907380d9-9888-4714-a613-79...>	2014-02-13 15:03:05.227

LeadID	LeadDataCRC32	WaveFormData
1	I	3994716513 //////////...//////////
2	II	624503064 /I/9/3/.../I/9/3/...
3	V1	1873944278 FgAWBYfYgYABUAFQAVABUA...
4	V2	3731892261 HAAAbAcoAGQAYBYAFQAVABU...
5	V3	1384517557 FAAUABQFAATAABIAEgQABA...
6	V4	2233107026 DgQDAADgQDAAwCwMAAAwDA...
7	V5	4084894931 CwLAAAsCwLAAAsCwKAAAsCg...
8	V6	3703775523 /P/9/7/.../P/9/7/...

PRInterval	QRSDuration	QTInterval
148	120	148

Рис. 3 – Результат запиту до XML-колонки таблиці БД ЕКГXML

Показники пацієнта, які завантажені у БД (рис. 1), застосовуються для первинної обробки результатів вимірювання. На цьому етапі до функцій системи відноситься зберігання первинних даних «Форми сигналів», виявлення критичних параметрів «Вимірювані показники» і передача окремих звітів у вигляді сформованого знову XML-файла. Цей файл серіалізується та передається через «Агента» до БД інформаційно-аналітичного сервісного центру.

Для автоматизації зберігання SCP-ЕКГ повідомлення на сервері БД медичних записів пацієнтів (рис. 1), які є абонентами системи, застосуємо методологію «Диспетчер». Архітектура «Диспетчера» заснована на використанні спільних XML-схем між різними функціональними компонентами. Методологія полягає у використанні мови XML при розробці моделей взаємозв'язку вихідних даних з пристроєм і вхідних даних, що завантажуються до сховища. Формат файлу SCP-ЕКГ конвертується до XML файлу, а модель БД створюється відповідно до структури дерева XML-схеми. Схема відображення між форматами даних, яка представлена на рис. 4, є важливим компонентом для забезпечення сумісності модулів системи.



Рис. 4 – Модель програмного модуля «Диспетчер»

Згенеруємо схему файлу RestingECG.xml для побудови фізичної структури БД показників пацієнтів. Схема XML надає всі можливості для моделювання структури БД по відношенню до ієрархії таблиць та їх функціональних залежностей. Відповідно до даної схеми XSD сконструйована фізична структура БД ЕКГ, яка представлена на рис. 5.

Для виконання операцій завантаження набору даних у БД застосуємо загальне середовище виконання мов (Common Language Runtime - CLR) у рамках .Net, наприклад з використанням С#. Програмний код С# процедури на SQL сервері реалізує логіку розбору і завантаження даних. Розглянемо алгоритм завантаження даних у БД з XML-файлів. Для завантаження даних треба розібрати файл XML за елементами і експортувати дані у реляційні таблиці БД SQL серверу.

Під час застосування зворотної процедури, результат запиту SQL до БД формує екстрагований RestECG.xml файл зі значеннями елементів, які початково були отримані за протоколом SCP.

Висновки

Застосування платформи різнорідних сенсорних блоків для вимірювання життєво важливих показників пацієнтів є ключовою функціональною особливістю системи телемоніторингу. Система датчиків відстежує стан пацієнтів і обмінюється критичною інформацією з моніторинговим центром, через проміжний рівень управління процесом збору та обробки даних.

Розширення протоколу SCP-ECG надає можливість підтримувати і обробляти інформацію від різних типів датчиків. Подальше перетворення бінарного формату даних SCP-ECG до стандартного XML-представлення ЕМЗ у вигляді процедури, наданої пацієнтові, забезпечує інтеграцію даних на сервері БД медичних записів, а також сумісність протоколу обміну повідомленнями між діагностичними інформаційними системами. Вибір XML мотивується існуючими інструментами XSL відображення і XSLT перетворення інформації.

Система передбачає два рівня обробки інформації. На першому рівні виявляються критичні значення фізіологічних показників пацієнта, формуються звіти відносно результатів моніторингу, які передаються до аналітичного центру або швидкої допомоги. На другому рівні результати моніторингу пацієнтів записуються у вигляді медичних звітів. Одночасно надсилається повідомлення фахівцям охорони здоров'я, які приймають відповідні рішення, і надається доступ через Web-сервіси до БД медичних записів абонентів моніторингу.

Список використаної літератури

1. Tuba Yilmaz, Robert Fosterand, Yang Hao, Detecting Vital Signs with Wearable Wireless Sensors, Sensors Journal ISSN1424-8220, 2010, 10, 10837-10862.
2. R.Deepa, K.Boopathy, Cloud Care: A Remote Health Monitoring System, International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT), ISSN: 2319-5967, 2014 v. 3, p. 264–27.
3. Jui-Chien Hsieh, Hsiu-Chiung Lo The Clinical Application of a PACS-Dependent 12-Lead ECG and Image Information System in E-Medicine and Telemedicine, [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3046657>].
4. George J. Mandellos, Michael N. Koukias, Ioannis St. Styliadis, Dimitrios K. Lymberopoulos e- SCP- Protocol: An Expansion on SCP-ECG Protocol for Health Telemonitoring, International Journal of Telemedicine and Applications, 2010, Article ID 137201, 17 p, [<http://dx.doi.org/10.1155/2010/137201>].
5. Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM) Sup. 30 Waveform Interchange, [http://medical.nema.org/Dicom/supps/sup30_lb.pdf].
6. HL7 v.3 Implementation Guide: Annotated ECG (aECG) Implementation Guide, [www.amps-llc.com/website/.../aECG_Implementation_Guide.pdf].
7. Утиліта ECGToolkit, [<http://sourceforge.net/projects/ecgtoolkit-cs>].

Стаття надійшла до редакції 13.08.14 українською мовою

© О.А. Хорозов

**СИСТЕМА ТЕЛЕМОНИТОРИНГА
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПАЦИЕНТОВ**

Разработка системы биотелеметрии и протокола телемедицинских сообщений по мониторингу показателей состояния здоровья пациентов.

© O.A. Horozov

TELEMONITORING OF THE PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF THE PATIENTS

Development of the biotelemetry system and telemedicine communications protocol for patient's vital signs monitoring.