

УДК 629.735

А.А. ДМИТРИЕВ, В.Н. ОЛЕЙНИК

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина***ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКА ЧЕЛОВЕКА В ТЯЖЕЛОМ СОСТОЯНИИ**

*В данной статье решается задача проведения экспресс-диагностики человека, находящегося в тяжелом состоянии, с последующим мониторингом. Представлена оптимизационная функция для выбора оптимального метода измерения параметров жизнедеятельности пострадавшего методом динамического программирования. В работе использовался метод экспертных оценок (метод сценариев). Также в работе представлена структура комплекса для выполнения экспресс-диагностики. Предполагается использование данного комплекса в сфере медицины катастроф, горноспасательными и прочими службами оказания помощи пострадавшим.*

**Ключевые слова:** диагностика, медицина катастроф, экстремальные виды спорта.

**Введение**

В связи с тенденцией роста числа пострадавших в различных авариях, техногенных катастрофах и при занятиях экстремальным спортом, возникает потребность в быстром определении текущего состояния человека и дифференцировании пострадавших по степени тяжести. Второй не менее важной задачей в связи с этим является мониторинг состояния здоровья пациента до оказания ему необходимой помощи (транспортировка, прибытие квалифицированных медиков и т.д.). Данную задачу в полной мере способна выполнить система экспресс-диагностики и мониторинга. Во-первых, в последнее время наблюдается рост случаев, когда спортсмены-экстремалы получают серьезные травмы (например, альпинист, сорвавшийся со скалы, гонщик на ралли, попавший в аварию), при которых затруднительно сделать вывод о его состоянии и характере повреждений. Во-вторых, аварии и катастрофы, особенно в условиях активности терроризма, происходят все чаще (теракты в Москве: взрыв в метро 2010, сошедший с рельс поезд 2008, взрыв на Черкизовском рынке в 2008, 3 взрыва в метро в 2004, захват Дома Культуры в 2002). В таких условиях сильно усложняется дифференциация пострадавших по степеням тяжести. Так, используя экспресс-диагностику возможно заметно снизить время определения диагноза потерпевшему. В противном случае, если, например, вред от транспортировки, нанесенный пострадавшему с переломами, тяжело предугадать. Без учета места и характера перелома вполне возможен летальный исход от разрыва обломками костей внутренних органов и сосудов. Для предупреждения подобных явлений необходима экспресс-диагностика состояния здоровья человека [1].

Целью данной статьи является разработка структуры комплекса для экспресс-диагностики с последующим мониторингом важнейших параметров организма пострадавшего.

**Измеряемые параметры**

Анализ медицинской и спортивной литературы, и опрос медицинских работников показал, какие параметры организма человека являются наиболее информативными. Наиболее информативные были включены в перечень параметров для экспресс-диагностики.

Набор операций для диагностики представлен на рис. 1 [2].

Следует отметить функциональность каждого параметра и операции.

Так, например, количество гемоглобина в крови может показать отказ почек, анемию и гипоксию, что визуально определить довольно сложно, особенно, если пострадавший находится без сознания. Реакцию организма на введенное лекарство можно определить исходя из данных электроэнцефалограммы (ЭЭГ), параметров сердечного ритма (ЧСС), артериального давления (АД) [3, 4]. Также довольно распространенным явлением является многочисленные переломы костей пострадавшего, что зачастую тяжело визуально оценить. Для этого в диагностический комплекс включен УЗ-сканер [5].

Величина жизненной емкости легких показывает патологические изменения объема грудной клетки [3].

Текущее состояние сердечно-сосудистой системы отображают значения артериального давления, электрокардиограммы (ЭКГ) и параметры сердечного ритма.

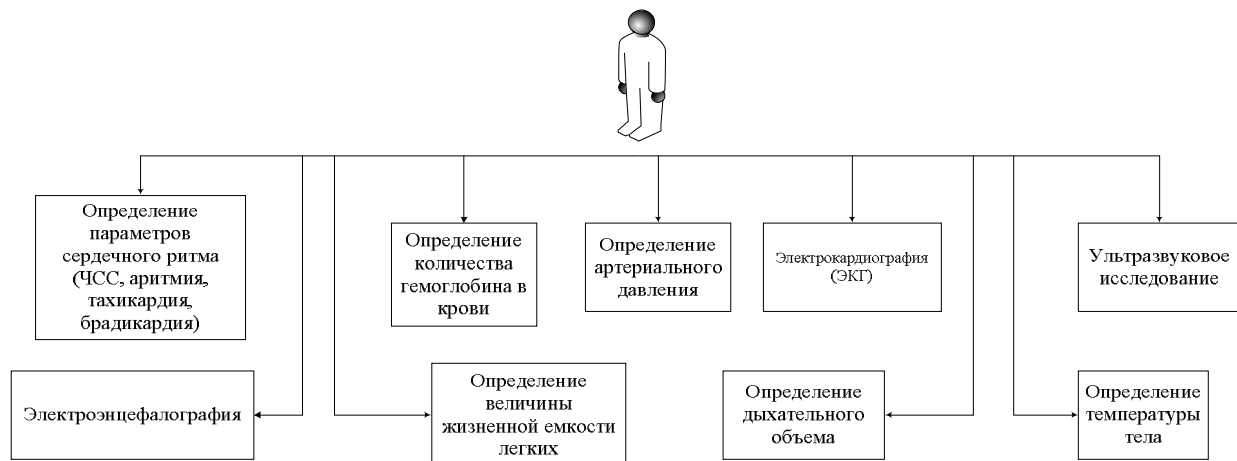


Рис. 1. Набор операций для экспресс-диагностики

### Аппаратная реализация диагностического комплекса

Каждый из выбранных параметров имеет множество вариантов реализации. Следующей задачей было выбрать оптимальный метод измерения для каждой операции. Данная задача решается методом динамического программирования для каждого из параметров [6]. Оптимизационная функция выглядит следующим образом:

$$Y = Y\{\text{price, danger, error, prof, weight, nsenc, noise, } w1, w2, w3, w4, w5, w6\}; \quad (1)$$

$$Y = \min\{w1 \times \text{price}(j) + w2 \times \text{danger}(j) + w3 \times \text{error}(j) + w4 \times \text{prof}(j) + w5 \times \text{weight}(j) + w6 \times \text{nsenc}(j) + \text{noise}\}; \quad (2)$$

$$\text{price}(j) \subset \text{PRICE}; \quad (3)$$

$$\text{danger}(j) \subset \text{DANGER}; \quad (4)$$

$$\text{error}(j) \subset \text{ERROR}; \quad (5)$$

$$\text{prof}(j) \subset \text{PROF}; \quad (6)$$

$$\text{weight}(j) \subset \text{WEIGHT}; \quad (7)$$

$$\text{nsenc}(j) \subset \text{NSEN}; \quad (8)$$

где  $\text{price}(j)$  – затраты на реализацию  $j$ -го метода;  $\text{danger}(j)$  – уровень безопасности  $j$ -го метода и его безотказности;  $\text{error}(j)$  – уровень погрешности  $j$ -го метода;  $\text{prof}(j)$  – необходимый уровень подготовки персонала для использования  $j$ -го метода;  $\text{weight}(j)$  – масса приборов, использующих  $j$ -й метод;  $\text{nsenc}(j)$  – количество датчиков, использующихся в  $j$ -м методе;  $\text{noise}$  – случайная величина, характеризующая девиации параметров оптимизационной функции;  $w1 - w6$  – весовые коэффициенты.

Весовые коэффициенты определялись исходя из значимости каждого параметра оптимизационной функции методом экспертных оценок. Они составили:  $w1=1$ ;  $w2=1,1$ ;  $w3=1,3$ ;  $w4=1,25$ ;  $w5=1,2$ ;  $w6=1$ . Каждый параметр оптимизационной функции проградирован в пределах  $[0;100]$ . Параметры  $\text{danger}(j)$

и  $\text{prof}(j)$  проградированы методом экспертных оценок. Остальные вычисляются следующим образом:

$$\text{price}_j = \left( \frac{\text{price}_j}{\text{price}_{\max}} \right) \times 100; \quad (9)$$

$$\text{error}_j = \left( 1 - \frac{\text{error}_j}{\text{error}_{\max}} \right) \times 100; \quad (10)$$

$$\text{weight}_j = \left( \frac{\text{weight}_j}{\text{weight}_{\max}} \right) \times 100; \quad (11)$$

$$\text{nsenc}_j = \text{nsenc} \times 10. \quad (12)$$

Данные для вычисления являются средними параметрами реальных устройств, работающих в соответствии с рассматриваемой методикой. То есть, например, для метода измерения артериального давления по осциллометрическому методу были рассмотрены параметры 12 устройств различных фирм-изготовителей, и найдено среднее значение каждого параметра оптимизационной функции.

После вычисления значений оптимизационной функции для каждого параметра, синтезирована общая структура методов и операций для экспресс-диагностики, представленная на рис. 2. Таким образом параметры дыхательной системы, целостность костей и больших кровеносных сосудов, а также температуру тела измеряют только для получения начальных данных о состоянии пострадавшего, а содержание гемоглобина в крови, ЭКГ, параметры сердечного ритма, ЭЭГ и артериальное давление контролируется постоянно [7 – 9]. Структура диагностического комплекса представлена на рис. 3.

Таким образом, комплекс представляет собой комплект упрощенных методов измерений. Комплекс работает следующим образом: после расположения всех датчиков на теле пострадавшего проводится диагностика. После проведения измерения одним блоком данные обрабатываются для передачи на приемный пункт (предположительно ноутбук).

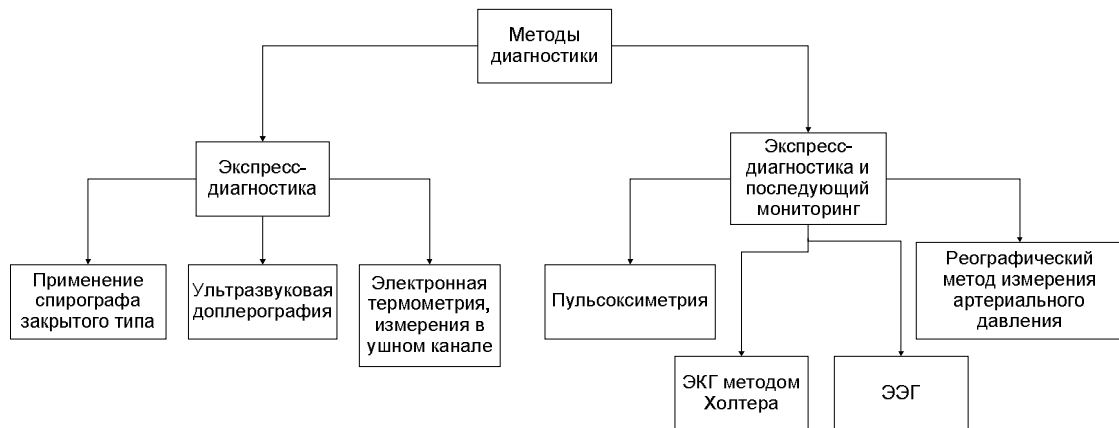


Рис. 2. Общая структура методов для проведения экспресс-диагностики и мониторинга состояния здоровья человека

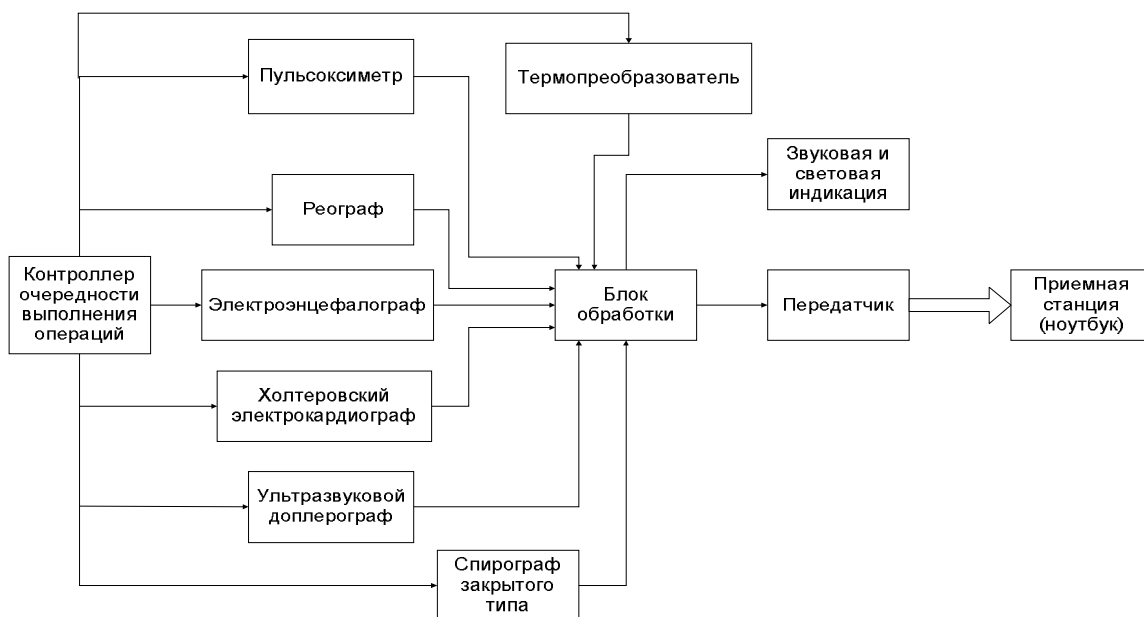


Рис. 3. Структурная схема диагностического комплекса

По завершению отправки результатов диагностики, контроллер очередности выполнения операций подает разрешающий сигнал на следующий блок измерения. После проведения одного цикла диагностики операции, предназначенные только для экспресс-диагностики (спирограф закрытого типа, ультразвуковой доплерограф, термопреобразователь) больше не запускаются, пока не будет получена соответствующая команда пользователем.

В данном комплексе пульсоксиметр выполняет измерения количества гемоглобина в крови.

Реограф позволяет измерить артериальное давление.

Электронцефалограф показывает реакцию организма на введенные лекарственные препараты.

Холтеровский электрокардиограф необходим для оценки параметров сердечного ритма и ЭКГ.

Функции УЗ-сканера выполняет ультразвуковой доплерограф.

Для измерения температуры тела используется термопреобразователь.

Для оценки функций дыхательной системы используется спирограф закрытого типа.

Таким образом, диагностический комплекс проводит оценку важнейших параметров состояния здоровья пострадавшего за максимально короткий промежуток времени.

## Заключение

В статье предлагалась структура диагностического комплекса экспресс-диагностики человека в тяжелом состоянии и последующего мониторинга. Представлены примеры определения нарушений и травм, полученных в аварии или техногенной катастрофы, по параметрам жизнедеятельности человека. Описана методика выбора оптимального метода измерения параметров жизнедеятельности пострада-

давшего. Выбранные методы диагностики разделены на две группы (те, для которых мониторинг целесообразен, и те, для которых нецелесообразен). Это будет учитываться при разработке структурной схемы комплекса. Также будут проведены исследования по оптимальности построения комплекса и обработки данных. Результатом работы станет структурная схема диагностического комплекса, которого целесообразно будет применять службам МЧС и скорой помощи при сложных авариях. Таким образом, можно будет снизить количество потерь среди пострадавших в техногенных катастрофах и авариях, а также повысить качество и оперативность оказания помощи потерпевшим.

### Литература

1. Пушкин Н.В. Компьютерная экспресс-диагностика (КЭД) по методу Накатани [Электронный ресурс] / Н.В. Пушкин // LiveInternet. – 2010. – Режим доступа: <http://www.liveinternet.ru/users/3536439/post123453449>.

2. Безматерных Л.Э. Диагностическая эффективность методов количественной оценки индивидуального здоровья / Л.Э. Безматерных, В.П. Куликов. – М.: Физиология человека, 1998. – 275 с.

3. Поляев Б.А. Инструментальные методы контроля / Б.А. Поляев. – М.: МГУ, 1996. – 193 с.

4. Манак Н.А. Руководство по кардиологии / Н.А. Манак, В.Н. Гайдук. – Минск: Беларусь, 2003. – 624 с.

5. Корж А.А. Справочник по травматологии и ортопедии / А.А. Корж. – К.: Здоровье, 1980. – 216 с.

6. Новикова Н.М. Основы оптимизации (курс лекций) / Н.М. Новикова. – М.: МГУ, 1998. – 65 с.

7. Олейник В.П. Аппаратные методы исследований в биологии и медицине / В.П. Олейник, С.Н. Кулиш. – Х.: НАУ «ХАИ», 2004. – 110 с.

8. Эман А.А. Биофизические основы измерения артериального давления / А.А. Эман. – Л.: Медицина, 1983. – 128 с.

9. Колпаков Ф.Ф. Биомедицинские измерительные преобразователи / Ф.Ф. Колпаков. – Х.: НАУ «ХАИ», 2004. – 115 с.

Поступила в редакцию 1.12.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры приёма, передачи и обработки сигналов А.В. Тоцкий, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

### ЕКСПРЕС-ДІАГНОСТИКА ЛЮДИНИ В ТЯЖКОМУ СТАНІ

О.О. Дмитрієв, В.М. Олійник

В поданій статті вирішується проблема проведення експрес-діагностики людини, яка знаходиться в тяжкому стані, з наступним моніторингом. Пропонується оптимізаційна функція для вибору оптимального метода вимірювання параметрів життєдіяльності потерпілого методом динамічного програмування. В роботі застосовувався метод експертних оцінок (метод сценаріїв). Також в роботі пропонується структура комплексу для експрес-діагностики. Передбачається застосування даного комплексу в сфері медицини катастроф, гірнорятівальними та іншими службами надання допомоги постраждалим.

**Ключові слова:** діагностика, медицина катастроф, екстремальні види спорту.

### EXPRESS-DIAGNOSTIC OF MAN, WHICH BEING IN A GRAVE CONDITION

A.A. Dmitriev, V.N. Oleinyk

In this article we solve the problem of the rapid diagnosis of a person in serious condition, with subsequent monitoring. Presented an optimization function for the optimal method for measuring the parameters of life affected by dynamic programming. We used the method of expert estimation (method of scenarios). Also in the structure of the complex to perform rapid diagnosis. Assumes the use of this complex in the area of disaster medicine, mountain rescue and other services to assist victims.

**Key words:** diagnostic, medicine of catastrophes, extreme types of sport.

**Дмитрієв Александр Александрович** – магистрант кафедри виробництва радіоелектронних систем ЛА, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

**Олійник Вячеслав Николаевич** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри виробництва радіоелектронних систем ЛА, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.