

В.Г. Адамов (канд.техн.наук, доц.), **А.Г. Олейник** (студент)

Донецкий национальный технический университет

adamov@kita.dgtu.donetsk.ua, oleynik_alina@bk.ru

КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ОСТРОГО КОРОНАРНОГО СИНДРОМА

В статье рассмотрены вопросы построения компьютерной системы комплексного исследования и диагностики острого коронарного синдрома. Разработана структурная схема компьютерной системы и правила принятия решения.

подсистема поддержки принятия решений, граф, дерево решений, база данных

Введение

На сегодняшний день актуальной проблемой в области медицины является постановка диагноза, используя комплексный метод исследования (КМИ). КМИ применяется во многих областях медицины и позволяет определить функциональное состояние различных органов и систем. КМИ эффективен, в частности, при диагностике острого коронарного синдрома (ОКС), в том числе, инфаркта миокарда (ИМ).

ИМ – одна из основных причин смерти и инвалидности во всем мире. Проблема современной диагностики ИМ, к сожалению, не теряет своей актуальности, и ряд исследований вполне определенно это подтверждают: от 4% до 8% больных отпускают из лечебных учреждений с неустановленным острым ИМ [1]. Нередко возникают затруднения при диагностике острого ИМ, которые обусловлены следующими факторами:

– клинические проявления являются неоднозначными (20-25% всех случаев);

– данные ЭКГ могут быть нетипичны для ИМ.

До настоящего времени ИМ характеризовался как клинический синдром. Для более точной постановки диагноза ОКС Всемирная организация здравоохранения предлагает использовать КМИ, который включает в себя наличие типичных симптомов, изменений на электрокардиограмме (ЭКГ), комплексный анализ крови, а так же рекомендует использовать методы визуализации [2]. В свою очередь комплексный анализ крови объединяет клинический, биохимический, серологический и другие анализы крови. Он позволяет более детально изучить параметры крови, определив отклонения от нормы, в зависимости от пола и возраста пациента, что обеспечивает правильную постановку диагноза и назначение курса лечения [3].

КМИ существенно увеличивает объем информации, которую необходимо получать и обрабатывать для постановки диагноза ИМ. Поэтому целесообразно применять современные средства вычислительной техники,

что делает актуальным создание компьютерной системы комплексного исследования и диагностики ОКС.

Анализ существующих систем

В настоящее время существует несколько методов диагностики ОКС. К ним относят электрокардиографический, лабораторный, а так же методы визуализации.

Анализ ЭКГ принадлежит к обязательным компонентам диагностики у больных с предполагаемым ОКС. Образование очага некроза всегда сопровождается нарушением нормального хода процессов деполяризации и реполяризации миокарда. Эти изменения лучше всего выявляются на ЭКГ. Преимущество ЭКГ-метода исследования заключается в том, что он позволяет одновременно анализировать нарушение функций автоматизма и проводимости. Выявление этих нарушений заметно облегчает диагностику ИМ. Интерпретация ЭКГ позволяет в подавляющем большинстве случаев не только выявить в миокарде очаги свежего некроза, но и судить об их размерах и локализации [3]. Однако, часто изолированное использование результатов ЭКГ недостаточно для установления диагноза ИМ или нестабильной стенокардии (НС), т.к. существует ряд клинических состояний не связанных с ИМ, при которых так же возможны такие изменения на ЭКГ. Поэтому для диагностики ИМ в таких ситуациях целесообразно провести лабораторные исследования крови.

Цель исследования установить концентрацию ферментов в крови, которые повышаются при целом ряде сердечных патологий, в том числе, при ИМ. Определение концентрации кардиомаркеров (миоглобина (М) и сердечного тропонина (Т)) устанавливается с помощью серологических методов, которые позволяют выявлять даже мелкие очаги некроза. Смерть кардиомиоцитов можно определить по появлению в крови белков, высвобождающихся при разрушении миоцитов: М, Т [4]. Диагноз ИМ устанавливают, когда концентрация кардиомаркеров в крови повышается и присутствует клиническая картина острой ишемии миокарда.

Среди методов визуализации, которые рекомендованы использовать при комплексном методе исследования ОКС относят эхокардиографию (ЭхоКГ), радионуклидную вентрикулографию, магнитно-резонансную томографию (МРТ), компьютерную томографию (КТ).

ЭхоКГ – технология визуализации в реальном времени с хорошими временными и пространственными расширениями. С помощью этой методики оценивают толщину миокарда, его истончение и сократимость в покое.

Радионуклидная визуализация – технология с помощью которой можно непосредственно оценить жизнеспособность миоцитов, используя некоторые радионуклидные изотопы (таллий-201, технеций-99, тетрофосмин и 2-фтордезоксиглюкоза). Недостаток метода является плохое разрешение изображения, что делает практически невозможным его применение при

диагностике малых очагов некроза. Используют радиофармпрепараты, излучающие фотоны, которые помогают оценить состояние перфузии миокарда и размеры очага некроза.

МРТ - технология, которая имеет высокое пространственное и временное разрешение для оценки функции миокарда. Она теоретически имеет такие же возможности, как и ЭхоКГ при подозрении на ИМ, и обычно не используется в острых случаях из-за своей громоздкости. С помощью введения парамагнитных контрастных веществ можно оценить перфузию миокарда и разрастание межклеточной ткани.

КТ – технология при которой инфарцированный миокард визуализируется в виде ограниченной области и позволяет выявить специфические признаки, которые имеют важное клиническое значение. Этот метод позволяет оценить клиническую ситуацию, когда полученные симптомы характерны как для острого ИМ, так и в случаях предполагаемой эмболии легочной артерии или расслоении аорты [5]. Такие особенности делают целесообразным использование КТ в компьютерной системе (КС) диагностики в качестве метода визуализации [2].

Постановка задач исследования

При разработке КС диагностики ОКС необходимо решить следующие задачи:

- ввода симптомов и результатов первичного осмотра врача, который был получен врачом при исследовании больного;
- ввода и анализа данных ЭКГ с целью выявления типичных для ОКС отклонений;
- выявления отклонений от норм результатов анализов крови с учетом возраста и пола пациента;
- разработка алгоритма постановки диагнозов по результатам обследования и его программная реализация;
- программная реализация оценки риска смерти, при определенном состоянии организма, с использованием международных шкал TIMI и GRACE;
- разработка базы данных (БД) для записи и хранения данных пациентов и их результатов обследований.

Решение задач

Для диагностики ОКС была разработана компьютерная система, структурная схема которой представлена на рис.1. Система состоит из трех подсистем (подсистема ввода информации, подсистема обработки информации и подсистема поддержки принятия решений) и базы данных (БД). Из подсистемы ввода информации в БД записываются данные о пациенте, полученные симптомы при осмотре и результаты артериального давления. Из подсистемы обработки в БД вводится информация о результатах ЭКГ, КТ и анализов крови пациента. В БД создается база знаний,

которая содержит справочную информацию о нормальных диапазонах изменения всех параметров получаемых при обработке ЭКГ, КТ и анализов крови, в зависимости от пола и возраста пациента [3-6].

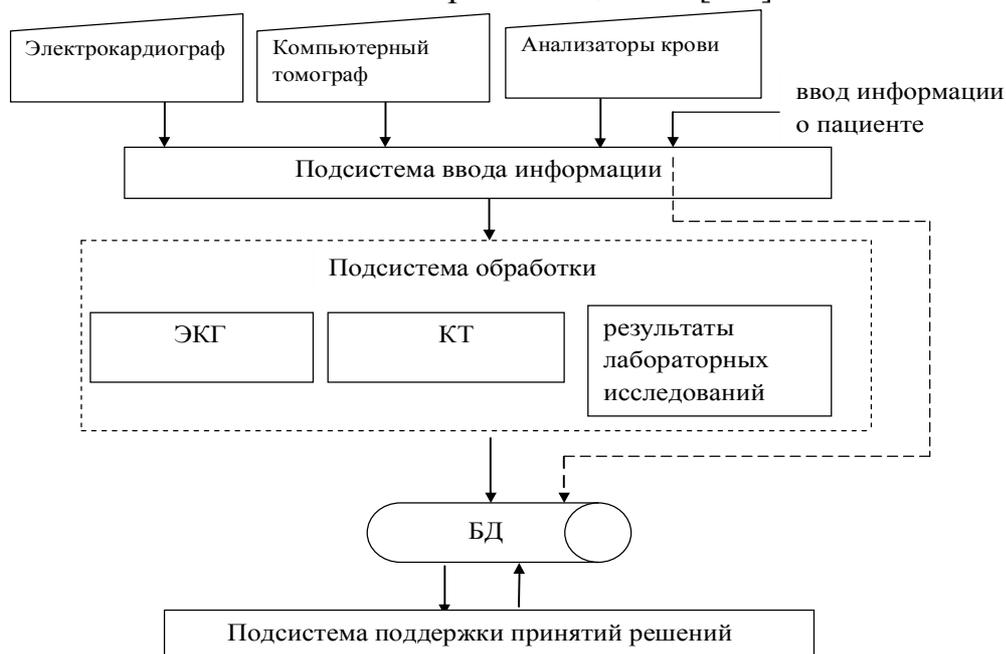


Рисунок 1 – Структурная схема компьютерной системы диагностики.

Таким образом, в БД хранится вся входная информация о пациенте, которую можно использовать в дальнейшем для сравнения с последующими исследованиями, что позволяет установить динамику развития заболевания.

Полученная информация из БД поступает в подсистему поддержки принятия решений (ПППР). Подсистема поддержки принятия решений состоит из двух частей - правила и решения.

На основании анализа существующей литературы, работы с экспертами были разработаны правила, по которым получают и обрабатывают входные потоки данных.

Для обработки симптомов разработано правило «Симптомы», которое позволяет разделить все симптомы на типичные и атипичные для ИМ (табл.1).

Таблица 1. Правило «Симптомы»

Симптомы	Виды симптомов
острая боль в груди	Типичные
неприятные ощущения в груди в области шеи, или нижней челюсти (тяжесть, жжение) продолжительностью 20 мин и более	
дискомфорт в груди в области шеи, руках, нижней челюсти, между лопаток	
одышка	Атипичные
головокружение	
общая слабость	
тошнота	

Для обработки ЭКГ использовано правило «Результаты электрокардиограммы». Результат обработки ЭКГ должен быть отнесен к соответствующему классу: ЭКГпST (ЭКГ с подъемом сегмента ST), ЭКГбпST (ЭКГ без подъема сегмента ST), ЭКГбпSTнеинф (ЭКГ неинформативная), ЭКГбпSTнорма (ЭКГ находится в норме). Чтобы установить класс необходимо выполнить анализ ЭКГ и выяснить есть ли элевация (подъем) сегмента ST при наличии/отсутствии патологического зубца Q, определить депрессию сегмента ST, определить наличие отклонения зубца T, наличие блокады левой ножки пучка Гиса. Соответствие результатов обработки ЭКГ и предложенных классов представлено в табл.2.

Таблица 2. Правило «Результаты электрокардиограммы»

Заключение ЭКГ	Класс
элевация сегмента ST с наличием патологических зубцов Q	ЭКГпST
элевация сегмента ST с отсутствием патологических зубцов Q	
депрессия сегмента ST > 0.5mm	
Отклонение зубца T	ЭКГбпST
блокада левой НПП	
неинформативная ЭКГ	ЭКГбпSTнеинф
норма ЭКГ	ЭКГбпSTнорма

В правилах «Кардиомаркеры», «Общий анализ крови», «Биохимический анализ крови» полученные результаты анализов сравниваются с нормой в зависимости от пола и возраста пациента, которая хранится в БД.

Результат обработки результатов кардиомаркеров (миоглобин и тропонин) должен быть сведен к двум характеристикам: «выше нормы» («+») или «норма» («-»). Этот результат необходим для дальнейшей постановки диагноза и диагностики, причем увеличение хотя бы одного из маркеров резко повышает вероятность диагноза ИМ.

Правила «Признаки при осмотре», «Результаты КТ» разработаны в аналогичной форме. Отличие в том, что отсутствует деление результата на классы.

Согласно правилу «Артериальное давление» обрабатывается результат измерения артериального давления пациента.

Полученные правила позволяют построить алгоритм для установления диагноза пациенту при поступлении в больницу, представленный в виде графа (рис.2), а также для дальнейшей диагностики заболеваний. В соответствии с графом выполняется постановка первичного диагноза, которая основана на правилах «Симптомы», «Результаты ЭКГ» и «Кардиомаркеры».

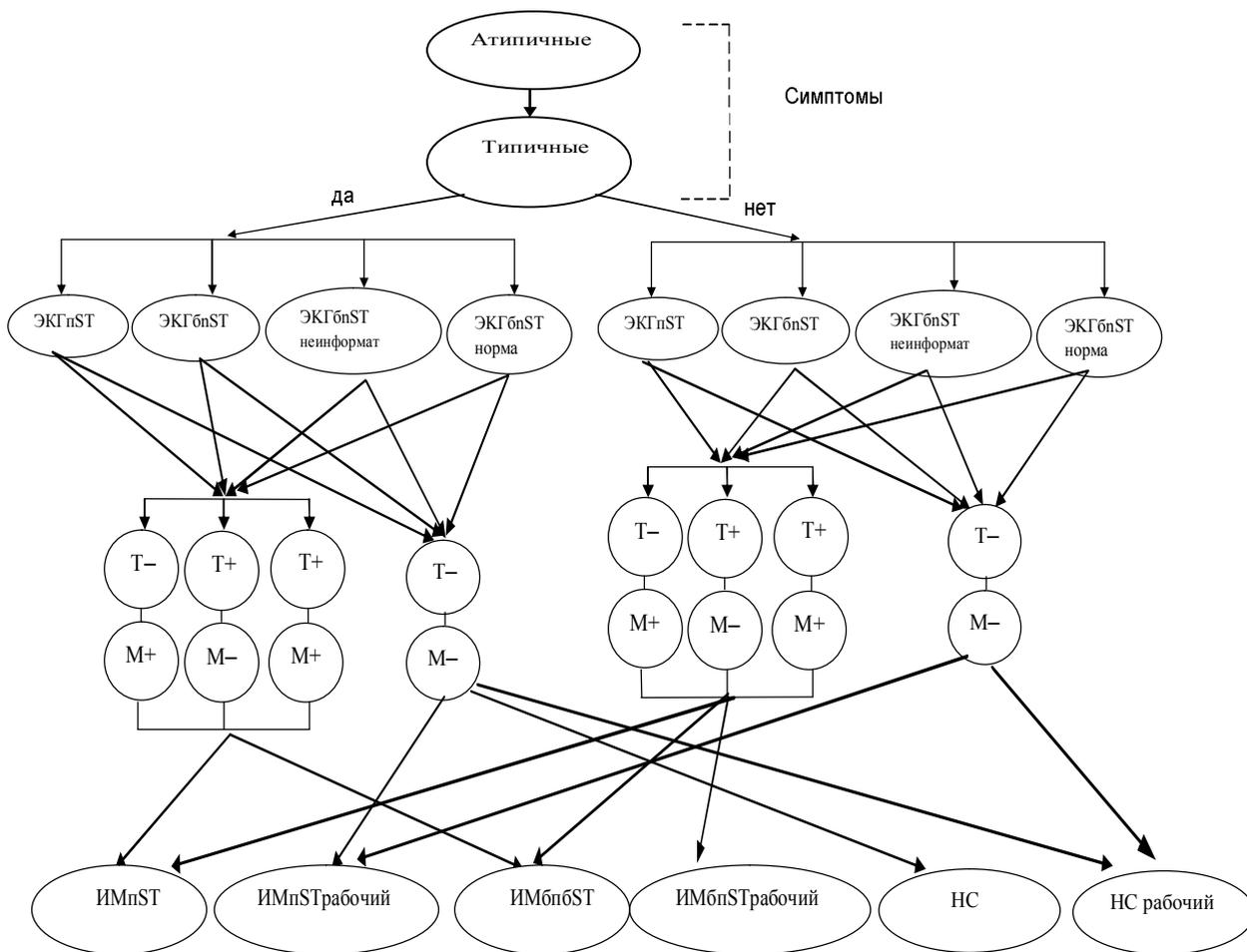


Рисунок 2 – Граф принятия решений подсистемой поддержки.

Вторая часть подсистемы позволяет получить решения, которые устанавливают возможные диагнозы или рекомендации для дальнейших действий. Подсистема определяет возможные клинические состояния, не связанные с ИМ, по результатам анализа крови. К таким состояниям относятся: пери/миокардит, кровотечение, гиперкалиемия, эмболия легочной артерии, расслоение аорты, холецистит, острая/ хроническая сердечная недостаточность, кардиомиопатия, острая/хроническая почечная недостаточность, инсульт .

В качестве примера представлен диагноз «Холецистит». Появление такого диагноза соответствует следующим полученным результатам обработки лабораторных исследований: "амилаза выше нормы", "билирубин прямой выше нормы", "WBC выше нормы", "СОЭ выше нормы".

При установлении диагноза ИМ, врач может оценить риск смерти по международным шкалам TIMI и GRACE, рекомендованные Европейским кардиологическим обществом[4].

Клиническая спецификация ИМ такова: ИМ с подъемом (элевацией) сегмента ST (ИМпST) и ИМ без подъема сегмента ST (ИМбпST). Исследования показали, что эффективнее применять шкалу GRACE для

ИМбпST, а шкалу TIMI для ИМпST [4]. В соответствии с данными шкал разработаны графы для принятия решений в ПППР по оценки риска смерти. На рис.4 представлено дерево решений по шкале Grace, а результат оценки риска смерти в табл. 3.

Таблица 3. Результат оценки риска смерти по шкале Grace

оценка риска смерти в больнице		
Степень риска	Количество баллов	Вероятность
Низкая	≤ 108	$< 1\%$
Средняя	109-140	1-3%
Високая	≥ 141	$> 3\%$
оценка риска смерти через 6 месяцев		
Степень риска	Количество баллов	Вероятность
Низкая	≤ 88	$< 3\%$
Средняя	89-118	3-8%
Високая	≥ 119	$> 8\%$

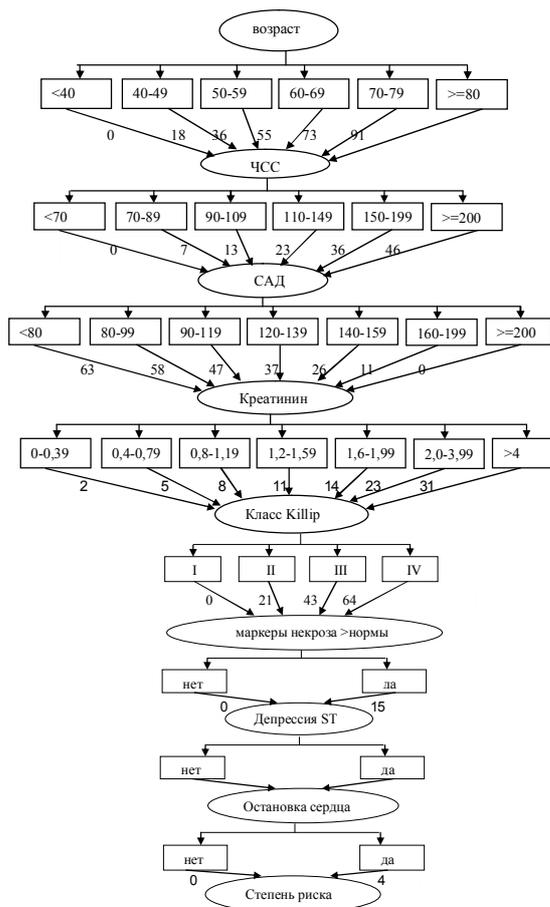


Рисунок 3 - Дерево решений по шкале Grace

Специалистами по клинической химии и кардиологии из Германии, Австрии и Швейцарии предложена диагностическая стратегия установления

стадии ИМ на основании комбинированного мониторинга миоглобина (М) и тропонина (Т). При диагностики ИМ исследования Т и М, проводить трижды (при поступлении в больницу, через 2-4 часа, через 6-12 часов). Цель таких исследований установить динамику изменения этих компонент [1,4]. На рис.5 представлено в виде графа правило установления стадии ИМ на основании комбинированного мониторинга М и Т.

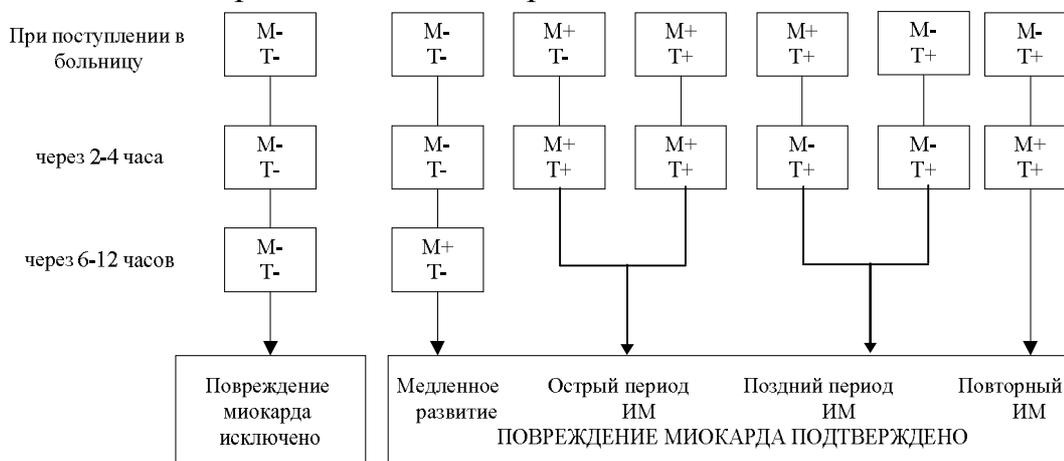


Рисунок 4 – Граф системы поддержки принятия решений.

Если кардиомаркеры в норме и ЭКГ неинформативна или в норме, то можно оценить риск заболевания ОКС, используя результаты исследования липидов крови (табл. 4) [7] .

Таблица 4. Оценка риска заболевания ОКС по липидам крови

Показатель	Низкая вероятность	Умеренная вероятность	Высокая вероятность
Холестерин _{общий}	<5.7	5.7–6.2	>6.2
Холестерин _{ЛПВП}			
женщины	>1.55	1.30–1.55	<1.30
мужчины	>1.3	1.05–1.30	<1.05
Коэффициент атерогенности	< 3	3–4	>4
Триглицериды	< 1.60	1.6–2.2	>2.2

На основании полученной структурной схемы, графа и описанных правил работы в среде С# разработана программная реализация подсистемы поддержки принятия решений.

Проверка данного программного обеспечения с использованием реальных данных показала его удовлетворительную работоспособность.

Выводы

В результате проведенных исследований разработана структурная схема компьютерной системы диагностики острого коронарного синдрома. Получены правила принятия решений по постановке диагноза на основании

результатов комплексного исследования пациента и оценки риска смерти. Выполнена программная реализация подсистемы поддержки принятия решений.

Список литературы

1. Шалаев С.В. Тропонины в кардиологической практике: пособие для врачей / С.В.Шалаев, Е.С.Петрик. – Тюмень: Тюменский кардиологический центр, 2001. – 19с.
2. Беленков В.И. Универсальное определение инфаркта миокарда / В.И. Беленков // Кардиология. - 2008. - №6. – С.21-27.
3. Абдулкадыров К.М. Гематология / К.М. Абдулкадыров. – М.: ЭКСПО, 2004. – 928с.
4. Нетяженко В.З. Гострый коронарный синдром / В.З. Нетяженко. – К.: Моріот, 2009. – 320с.
5. Диагностика и лечение больных острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы. - М.: Комитет экспертов Всероссийского научного общества кардиологов, 2007. – 14с.
6. Коваленко В.Н. Руководство по кардиологии / В.Н. Коваленко. – К.: Моріот, 2008. – 1404с.
7. Цырко Т.Ф. Диагностика заболеваний по анализам крови и мочи / Т.Ф. Цырко. – М.: Феникс, 2004. – 210с.

Надійшла до редколегії 28.10.2010

Рецензент: д-р техн.наук, проф.Скобцов Ю.О.

В.Г. Адамов, А.Г. Олійник

Донецький національний технічний університет

Комп'ютерна система діагностики гострого коронарного синдрому. У статті розглянуті питання побудови комп'ютерної системи комплексного дослідження й діагностики гострого коронарного синдрому. Розроблена структурна схема комп'ютерної системи й правила ухвалення рішення.

підсистема підтримки прийняття рішень, граф, дерево рішень, база даних

V. G. Adamov, A.G. Oleynik

Donetsk National Technical University

Computer System Diagnosis of Acute Coronary Syndrome. The article deals with the issues of creating a computer system for comprehensive study and diagnosis of acute coronary syndrome. The skeleton diagrams of a computer system and decision rule are designed.

subsystem of support of making decision, columns, decision tree, database