

УДК 616.12-008.331.1, 004.65, 004.82

Информационная технология системы динамического мониторинга для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний

Г. В. Дзяк¹, Т. В. Колесник¹, Т. М. Буланая², К. Ю. Егоров¹¹ Днепропетровская государственная медицинская академия, Украина² Днепропетровский Национальный Университет им. О. Гончара, Украина

Резюме

В работе предложена информационная технология анализа данных суточного мониторинга артериального давления и пульса пациента, которая обеспечивает поддержку принятия решений медицинским специалистом. Рассмотрены методологические основы проведения мониторинга сердечно-сосудистой системы, а также методы и вычислительные схемы обработки данных, и функционирующие программные средства, автоматизирующие процесс обработки данных в задачах мониторинга сердечно-сосудистой системы.

Ключевые слова: информационные технологии, сердечно-сосудистые заболевания, базы данных, базы знаний, динамический мониторинг, суточный мониторинг артериального давления, нейронные сети.

Клин. информат. и Телемед.
2009. Т.5. Вып.6. с.52–57

Введение

Высокотехнологические приборы, которые осуществляют мониторинг сложных физиологических процессов человека в медицинской сфере, позволяют накапливать многогранную информацию, анализ которой требует применения специальных автоматизированных систем обработки данных.

В последнее время стремительно развиваются специализированные медицинские диагностические системы. Прогрессивные информационные технологии успешно внедрены в томографии, рентгенографии, ультразвуковых исследованиях, электрокардиографии, где значительное внимание отводится разработке высокоэффективных методов и средств работы с изображениями.

В области анализа данных суточного мониторирования артериального давления (СМАД) автоматизированные системы позволяют стандартизировать медицинскую информацию путем ведения электронной истории болезни пациентов, вычислять разнообразные точечные оценки показателей артериального давления и пульса в разные периоды времени. Однако, существующие программные системы, которыми комплектуются устройства для проведения СМАД ведущих мировых производителей, таких как BPLab, SpaseLabs Medical, Meditech, A&D, Omron и др. не учитывают истинные динамические характеристики процесса изменения артериального давления и пульса во времени, что несомненно снижает диагностические возможности метода СМАД и влияет на скорость и адекватность принятия решения при диагностировании

сердечно-сосудистой патологии. Поэтому возникает потребность в создании новых информационных технологий и методик, позволяющих проводить более детальный анализ поведения артериального давления и пульса во времени и специальных хронобиологических показателей артериального давления, которые бы позволяли соединить системы сбора информации, автоматизированную обработку данных и постановку диагноза.

Целью данной работы являлась разработка специальной информационной технологии для расширения диагностических возможностей современных систем мониторинга в кардиологии и усовершенствование системы динамического наблюдения за больными с сердечно-сосудистой патологией.

В основу новой информационной технологии предлагается заложить синтетические модели, как объединение математического и информационного моделирования, базирующиеся на привлечении эволюционных и нейросетевых моделей, которые, в свою очередь, описывают динамику сердечно-сосудистого процесса и позволяют проводить ее глубокий анализ.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования служил процесс динамического мониторинга за показателями комплексного обсле-

дования больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями, который включал СМАД, эхокардиографию, триплексное сканирование экстракраниальных сосудов головного мозга, комплекс лабораторных показателей, результаты молекулярно-генетического анализа генов ренин-ангиотензиновой системы.

Для реализации методики комплексного анализа информационных показателей и диагностических параметров состояния сердечно-сосудистой системы пациента использованы методы теории вероятностей и математической статистики, теории искусственных нейронных сетей, генетических алгоритмов, вычислительной математики.

Результаты и обсуждение

Практическая реализация выбранной методики воплощена в виде информационной технологии «CardioVita» динамического мониторинга для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). Структура, организация вычислительного процесса и возможности программного обеспечения «CardioVita» содержит результаты проектирования базы данных [1] и базы знаний системы динамического мониторинга, возможность интерпретации результатов комплексного анализа системы «CardioVita» и их сравнительный анализ, также представлена реализация нейросетевой интерпретации результатов исследования.

Структурная схема информационной технологии динамического мониторинга для диагностики ССЗ автоматизированной системы «CardioVita» приведена на рис. 1. Система «CardioVita» состоит из двух исполнительных модулей DataLibs и MinigLibs. Модуль DataLibs реализован на языке программирования высокого уровня Object Pascal в среде Borland Delphi 7.0. Модуль MinigLibs системы «CardioVita» реализован на языке программирования Java. В качестве среды разработки использован Eclipse Platform. В процессе создания системы были использованы пакеты Spring framework, предоставляющие расширения к стандартным средствам разработки, и JFreeChart для вывода графиков.

Основным требованием к аппаратным возможностям компьютера для введения системы являются: быстрый процессор, который работает под управлением операционных систем семейства Windows 9x/2000/XP и достаточное ко-

личество оперативной памяти (Pentium IV 1700 MHz, 256 DDR RAM или выше). Для поддержки работы базы данных системы необходимо наличие BDE (Borland Database Engine V5.01).

Связь между модулями реализована при помощи технологии Data Warehouse (Хранилище данных). Хранилище данных STAT_MONI (рис. 2), является предметно-ориентированной базой данных для второго исполнительного и предназначенной для подготовки отчетов и проведения анализа с целью поддержки принятия решений в кардиологической практике. В свою очередь, данные поисково-информационного модуля «DataLibs» являются входными данным для второго исполнительного модуля «MiningLibs», который реализует нейросетевую технологию анализа показателей комплексного обследования пациентов. Однако модуль «MiningLibs» не является жестко привязанным к предметной области и имеет возможность работать с данными другого происхождения, что имеют подобную структуру.

При разработке системы архитектуру рассматривали на нескольких уровнях абстракции по своему собственному шаблону, которая характеризует постепенной детализацией системы и носит название гетерогенной [2].

Система «CardioVita» позволяет врачу-исследователю самостоятельно применять целый комплекс различных видов статистического анализа (статистический, корреляционный, дисперсионный, регрессионный) в зависимости от целей и задач, которые стоят перед ним (рис. 3).

Принципиально важным при проведении научных исследований в кардиологии является проверка различных научных гипотез, которая успешно реализована в системе «CardioVita». Подтверждением универсальности и доступности предлагаемой системы для врача может служить проведение корреляционного анализа в информационной технологии «CardioVita» между показателями СМАД и ЭхоКГ. Так, у больных в зависимости от генотипа гена АПФ впервые в Украинской популяции установлено влияние генотипа на формирование гипертрофии левого желудочка при артериальной гипертензии [0].

При анализе степени данной зависимости в общей группе (вне зависимости от генотипа) было выявлено, что индекс массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) ассоциирован с индексом площади гипертензии по САД за день ($r=0,48$) и ночью ($r=0,47$ $p<0,0001$) и с уровнем САД днём и ночью ($r=0,42$ и $r=0,43$ $p<0,0001$). Выявлено слабое отрицательное влияние нарушения степени ночного снижения САД и ДАД

($r=-0,20$ и $r=-0,21$; $p<0,00001$) на рост ИММЛЖ.

При разделении больных по генотипам установлено отсутствие влияния АД и всех его характеристик по СМАД на ИММЛЖ при II-генотипе и максимальное влияние у больных при генотипе DD. Таким образом благодаря «CardioVita» получено подтверждение научной гипотезы в области гипертензиологии о том, что негативное влияние высокого АД и показателей СМАД (в том числе хронобиологических характеристик) на рост индекса массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) зависит от генотипа больного. При гипертонической болезни была установлена целесообразность определения генотипа генов ренин-ангиотензиновой системы для выделения среди больных групп высокого риска с целью назначения более агрессивной антигипертензивной терапии и применения мер целенаправленной профилактики осложнений АГ.

Информационно-поисковая технология CardioVita позволяет проводить селекцию и анализ сразу по нескольким критериям отбора с последующей реализацией корреляционного межгруппового сравнительного анализа.

Одной из наиболее частых и востребованных аналитических процедур в медицине является сравнительный межгрупповой и внутригрупповой анализ. Данный вид анализа используется как в практической деятельности врача при составлении квартальных и годовых итоговых отчетов, так и при написании статей, для анализа и оценки эффективности проводимого медикаментозного лечения.

Информационная система «CardioVita» позволяет проводить анализ по любому заданному параметру. Например, поскольку величина индекса массы тела (ИМТ) является фактором риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, он был взят основным критерием сравнения по группам. Для анализа были отобраны мужчины с первой степенью АГ, нормальным весом (ИМТ от 18–24,9) и избыточной массой тела (ИМТ от 25–29,9). Сравнительный анализ показателей СМАД свидетельствует о том, что у мужчин с избыточным весом достоверно больше уровень минимального среднесуточного САД ($99,86\pm 1,63$ и $104,37\pm 1,27$; $p=0,0165$) и максимального диастолического АД за сутки ($107,26\pm 2,74$ и $115,07\pm 1,91$; $p=0,0115$). Также были выявлены различия, свидетельствующие о более тяжёлом течении АГ при избытке веса.

Многогранность полученных результатов при СМАД (анализировался 201 показатель) делает диагностический поиск врача трудоёмким и

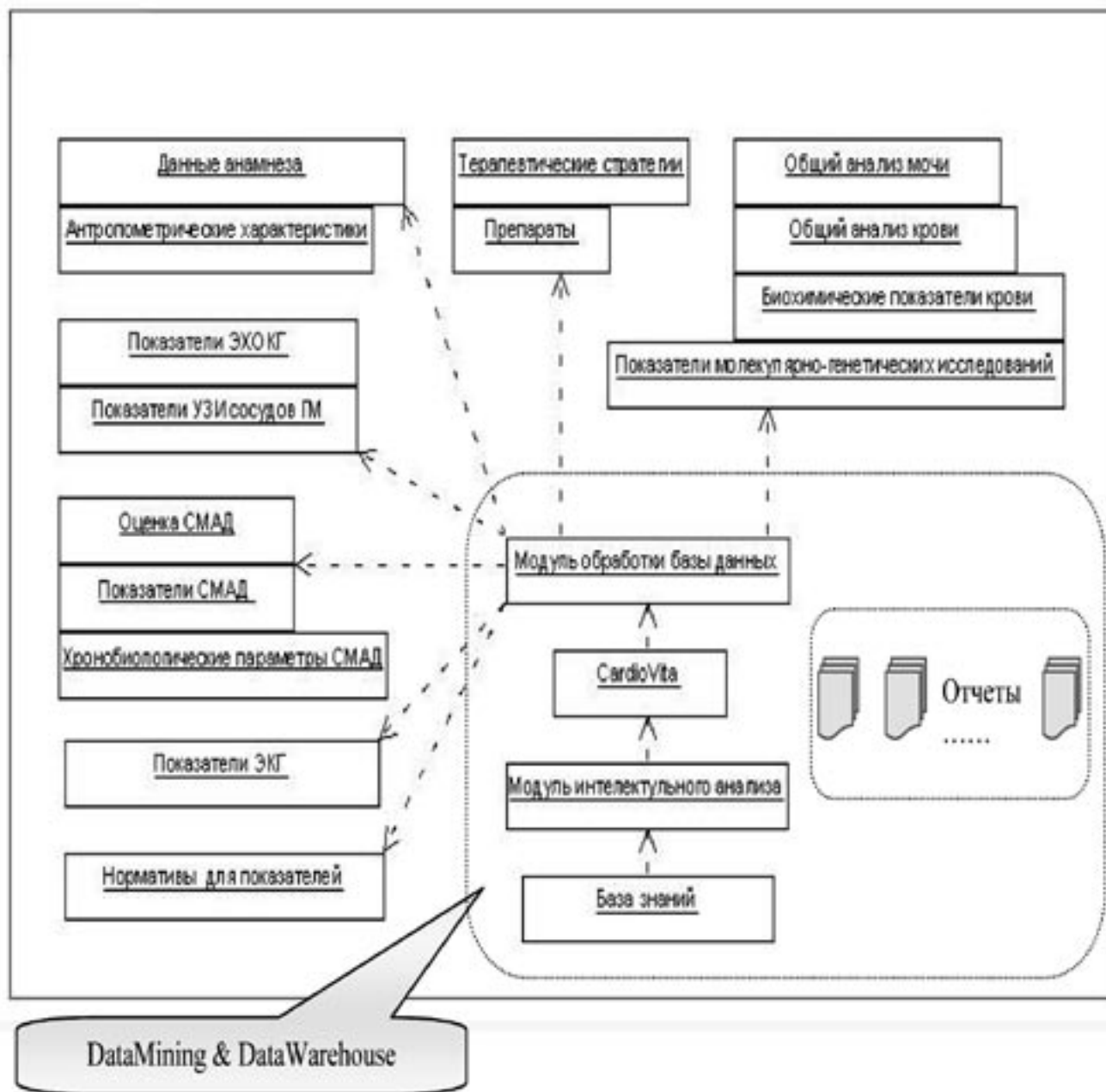


Рис. 1. Структура системы «CardioVita».

длительным. В обязательный протокол описания результатов СМАД входят классические характеристики АД: среднесуточные, среднедневные, средненочные, а также показатели, свидетельствующие о правильности и физиологичности циркадного ритма АД, анализируют вариабельность АД и «перенагрузку» АД, которую испытывает ССС в связи с повышением кровяного давления. Даже интерпретация этих показателей и постановка диагноза вызывает определенные трудности.

В условиях расширенных диагностических возможностей и расчётом дополнительных и специальных хронобиологических характеристик на одно из ведущих мест в диагностическом поиске выходит информационная значимость каждого показателя.

С этой целью получила дальнейшее развитие методология диагностики артериальной гипертензии по данным СМАД, выявления и анализа особенностей его хронобиологической структуры, оценки эффективности лечения ССЗ,

отличающаяся от известных использованием комбинации новейших технологий математического и нейроинформационного моделирования.

Система «CardioVita» была обучена и протестирована на селективной выборке больных с наличием сочетанной патологии: АГ и ИБС, которые в диагностическом плане представляют наибольшую трудность. В тоже время, выбор именно такой группы больных обусловлен тем, что прогноз у этих пациентов наиболее неблагоприятный.

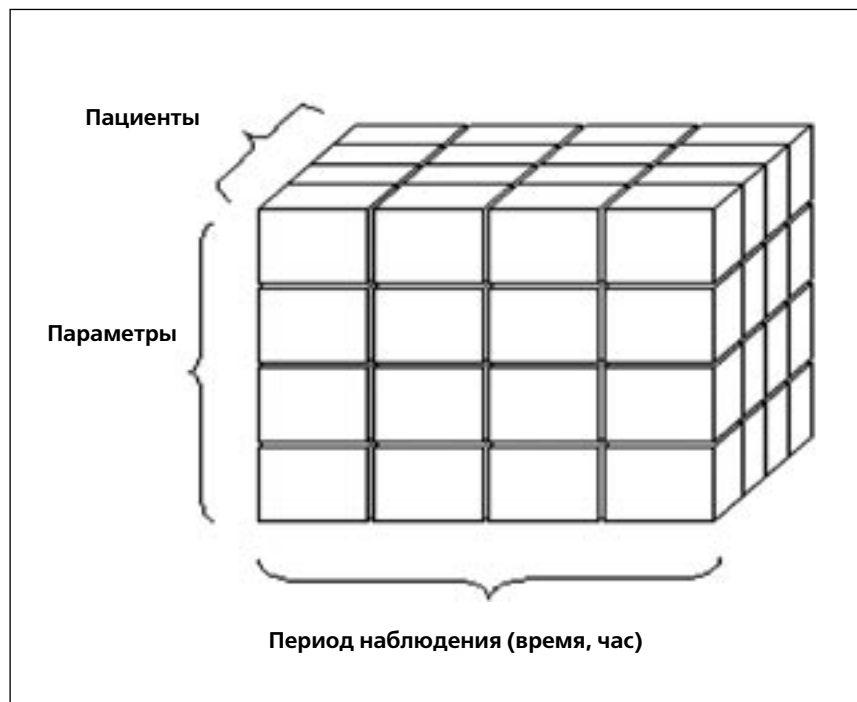


Рис. 2. Хранилище данных информационной системы «CardioVita».

А знание сугубо специфических диагностических показателей, по которым следует проводить отбор по тяжести состояния, является особенно важным. Информационная технология «CardioVita» на базе нейронной сети вида множественной логистической регрессии позволяет определить информационную значимость показателей [3].

Согласно полученным результатам установлено, что максимальное значение для определения тяжести течения АГ по результатам СМАД у больных с сопутствующей ИБС имеет индекс времени гипертензии (ИВ САД) в ночные часы (81,36%), а также процесс регистрации нормального САД за сутки (74,16%) и днем (79,63%). К следующим по значимости система отнесла: чистый индекс вариабельности по ЧСС (72,05%) ночью, процент нормотензии по ДАД ночью (70,41%). А в утренние часы наибольшая информативность была у вариабельности по САД (79,14%).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что при тяжелой АГ сам по себе уровень подъема АД несёт малую информативную значимость, принципиально важное значение имеют именно дополнительные и специальные показатели, которые были рассчитаны с помощью системы «CardioVita».

Следует отметить, что наибольшее количество существенно значимых (по %) по информативности характерис-

тик суточного мониторинга АД приходится на ночное время и утренний период, что подтверждает необходимость использования суточного мониторинга АД максимально широко в клинической практике.

Определение информативного веса показателей СМАД имеет не только диагностическое и прогностическое значение. Отобранные показатели с максимальным весом целесообразно использовать для контроля за эффективностью проводимого лечения. Положительная динамика показателей СМАД, имеющих диагностический значимый вес будет служить дополнительным инструментом для оценки эффективности лечения.

Качество и адекватность результатов моделирования процесса исследовано на репрезентативной контрольной выборке пациентов, что дало возможность подтвердить высокую продуктивность, диагностическую информативность и достоверность предложенных методик.

Выводы

1. Разработано программное обеспечение в виде информационно-моделирующей системы «CardioVita» для индивидуальной и групповой диагнос-

тики на основе комплексного анализа показателей ССС. Систему «CardioVita» целесообразно использовать в исследованиях других клинко-биологических процессов и при создании мониторинговых и аппаратно-диагностических систем на базе современных компьютерных технологий.

2. Разработана методика исследования и анализа показателей суточного мониторинга артериального давления и пульса по новым показателям хронобиологической структуры АД, которая позволяет устанавливать диагноз с выделением характера нарушений хронобиологического течения АГ.

3. Информационная технология предоставляет возможность реализовать поддержку принятия решений медицинским специалистом на базе отбора информативных признаков, осуществления динамической каскадно-гибридной диагностики. Разработанная информационная технология может быть применена при проведении различных научных исследований в области кардиологии.

Литература

0. Дзяк Г. В. Генотипические «ансамбли» полиморфных маркеров генов ренин-ангиотензиновой системы у больных гипертонической болезнью / Г. В. Дзяк, Т. В. Колесник // Український

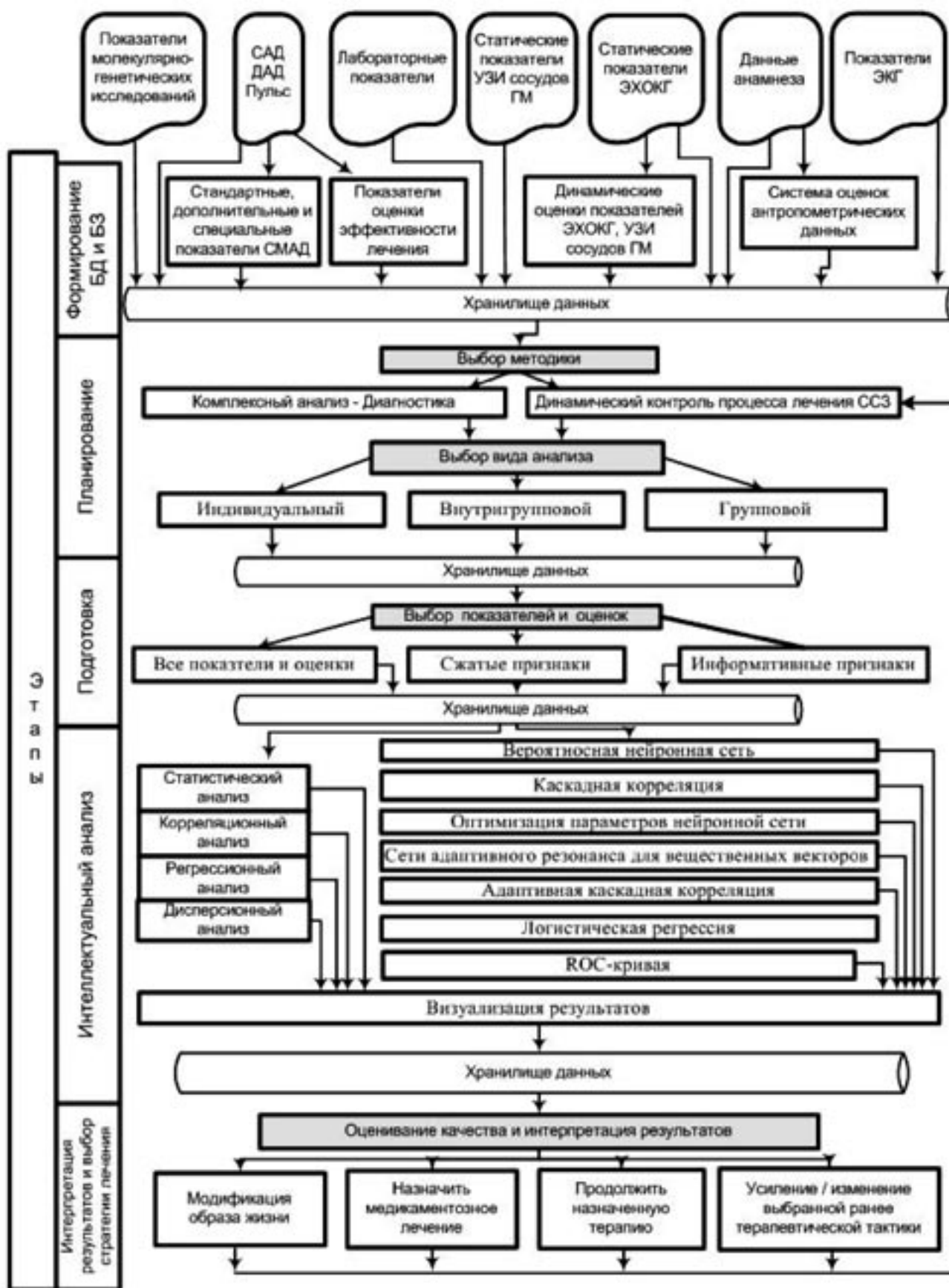


Рис. 3. Схема процесса мониторинга сердечно-сосудистых заболеваний.

кардіологічний журнал. – 2008. – №2. – С. 37–43.

1. Буланая Т. М. Проектирование баз данных мониторинга сердечно-сосудистой системы / Буланая Т. М. // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій. – 2003. – Т.7. – С. 82–91
2. Buschmann F. Pattern – Oriented Software Architecture/ Buschmann F., Meunier R., Rohnert H., Sommerlad P., Stal M. // A System Of Patterns Vol.1, Wiley: – New York, 1996. – P. 457.
3. Буланая Т. М. Возможности использования логистической регрессии в кардиологии / Буланая Т. М., Колесник Т. В., Подлишняк В. В. // Информационные технологии в управлении сложными системами – 2008: межгос. науч.-метод. конф., 26–29 май 2008г.: тез. докл. – Днепропетровск, 2008. – С. 123.

Information technology of system of dynamic monitoring for diagnostics of cardiovascular diseases

G. V. Dzyak¹, T. V. Kolesnyk¹, T. M. Bulana², K. U. Yegorov¹

¹ Dnepropetrovsk the state medical academy, Ukraine

² Dnepropetrovsk national university, of a name O. Gonchara, Ukraine

Abstract

In this work was proposed the information technology based on data analysis of daily monitoring of arterial pressure and pulse of a patient, which provides decision-making support for medical experts. Metho-

logical bases, methods and computing schemes of data processing and existing software of data processing for tasks of the cardiovascular system monitoring were examined.

Key words: information technologists, cardiovascular diseases, databases, knowledge bases, dynamic monitoring, daily monitoring of arterial pressure, neural networks.

Інформаційна технологія системи динамічного моніторингу для діагностики серцево-судинних захворювань

Г. В. Дзяк¹, Т. В. Колесник¹, Т. М. Булана², К. Ю. Егоров¹

¹ Дніпропетровська державна медична академія, Україна

² Дніпропетровський Національний Університет ім. О. Гончара, Україна

Резюме

У роботі запропонована інформаційна технологія аналізу даних добового моніторингу артеріального тиску та пульсу пацієнта, що забезпечує підтримку прийняття рішень медичним фахівцем. Розглянуто методологічні основи проведення моніторингу серцево-судинної системи, а також методи й обчислювальні схеми обробки даних, і функціонуючі програмні засоби, що автоматизують процес обробки даних у завданнях моніторингу серцево-судинної системи.

Ключові слова: інформаційна технологія, серцево-судинні захворювання, бази даних, бази знань, динамічний моніторинг, добовий моніторинг артеріального тиску, нейронні мережі.

Переписка

Т. М. Буланая

Днепропетровский Национальный Университет им. О. Гончара
пр. Гагарина, 72, Днепропетровск
49000, Украина
эл. почта: tbula@ua.fm