

УДК 616.12-073.97

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ИНДИВИДУАЛЬНОМ ПОДБОРЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ПРЕПАРАТОВ

Л.С. Файнзильберг, Т.Ю. Лебедушко

МНУЦ ИТuС

e-mail: tanyalebedushko@yandex.ru

Сердечно-сосудистые заболевания уже давно лидируют среди других болезней, а их несвоевременное лечение остается одной из главных причин инвалидности и смерти трудоспособного населения. В то же время, согласно статистике [1], применяемые в мире лекарства, в том числе сердечно-сосудистые препараты, помимо пользы, довольно часто (от 30 до 70 % случаев) вызывают побочные действия, наносящие вред организму. Поэтому актуальным является разработка современных компьютерных средств, обеспечивающих индивидуальный подбор сердечно-сосудистых препаратов для получения требуемого лечебного эффекта при минимальных побочных действиях.

На рисунке 1 представлена диаграмма прецедентов предлагаемой экспертной системы, которая ориентирована на индивидуальный подбор сердечно-сосудистых препаратов на основе оригинального метода компьютерной обработки ЭКГ.

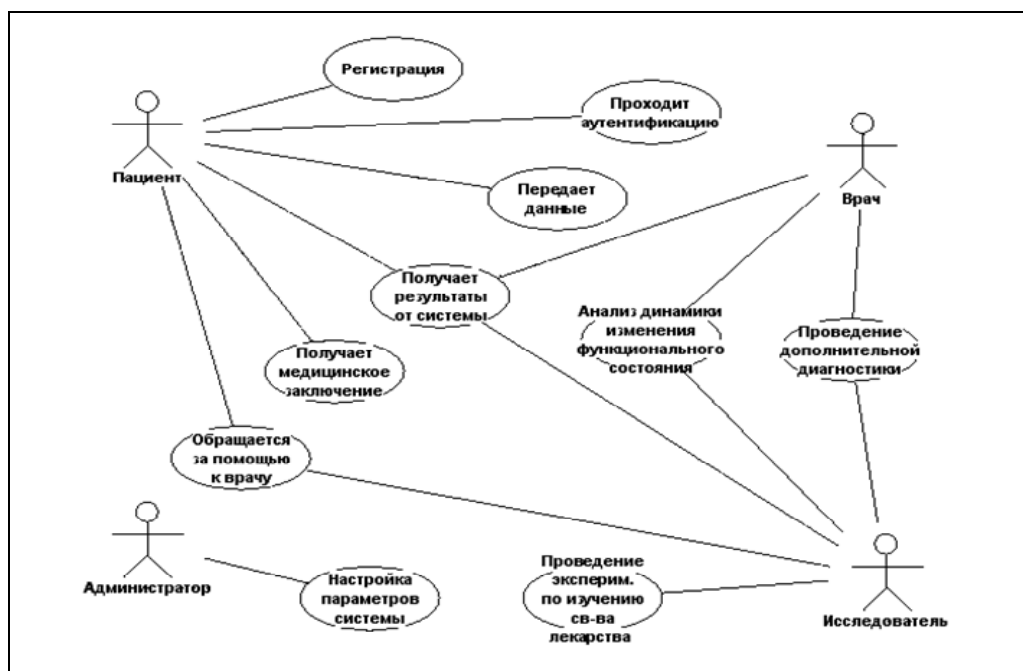


Рис. 1. Use-case диаграмма экспертной системы для индивидуального подбора сердечно-сосудистых препаратов

Известно, что ритм сердца – универсальная реакция организма на любое воздействие со стороны внешней и внутренней среды. Анализ вариабельности ритма сердца может быть применен не только для оценки адаптационных возможностей организма, но и для исследования реакций организма на прием различных медицинских препаратов. Так, например, в [2] предложено для индивидуального подбора антигипертензивных препаратов оценивать частотные характеристики вариабельности сердечного ритма, которые определяются по коротким записям ЭКГ до и после приема лекарственного препарата.

В то же время только на основе анализа вариабельности ритма сердца нельзя судить о функциональном состоянии самого сердца как основного системообразующего органа. Поэтому для повышения достоверности принимаемых решений целесообразно анализ вариабельности сердечного ритма дополнить морфологическим анализом

электрокардиограммы (ЭКГ) пациента, которому назначается тот или иной сердечно-сосудистый препарат.

Для этого необходимы удобные, доступные и в то же время достаточно информативные средства экспресс диагностики состояния сердечно-сосудистой системы, которые могут использоваться не только в лечебных учреждениях, но и в домашних условиях.

В международном научно-учебном Центре информационных технологий и систем Национальной академии наук Украины (МНУЦ ИТИС) разработана компьютерная система ФАЗАГРАФ[®], которая реализует оригинальную информационную технологию анализа и интерпретации электрокардиограммы (ЭКГ) в фазовом пространстве [3].

В основу разработки системы ФАЗАГРАФ[®] были поставлены следующие требования:

- **оперативность** (результат должен быть получен не более чем за 1-2 мин);
- **удобство** (процедура тестирования должна быть необременительной, проводиться без снятия одежды и не требовать других подготовительных мероприятий);
- **информативность** (возможность обнаружения скрытых признаков нарушений в работе сердца, которые недооцениваются при традиционной ЭКГ-диагностике);
- **доступность** (форма представления результатов должна быть понятна пользователю, не имеющему специальную медицинскую подготовку).

Для обеспечения этих, в определенной мере, противоречивых требований, было предложено осуществлять обработку ЭКГ только от I-го стандартного отведения (правая рука – левая рука), которое интегрально отражает поведение электрического вектора сердца, и использовать упрощенную схему съема электрокардиосигнала на основе специального сенсора с пальцевыми электродами

Основная идея метода обработки ЭКГ состоит в том, что в каждой точке исходного временного сигнала $y(t)$ численными методами оценивается первая производная $\dot{y}(t)$ и вся последующая обработка сигнала выполняется на фазовой плоскости в координатах $y(t) - \dot{y}(t)$ с использованием оригинальных компьютерных алгоритмов (рис. 2).

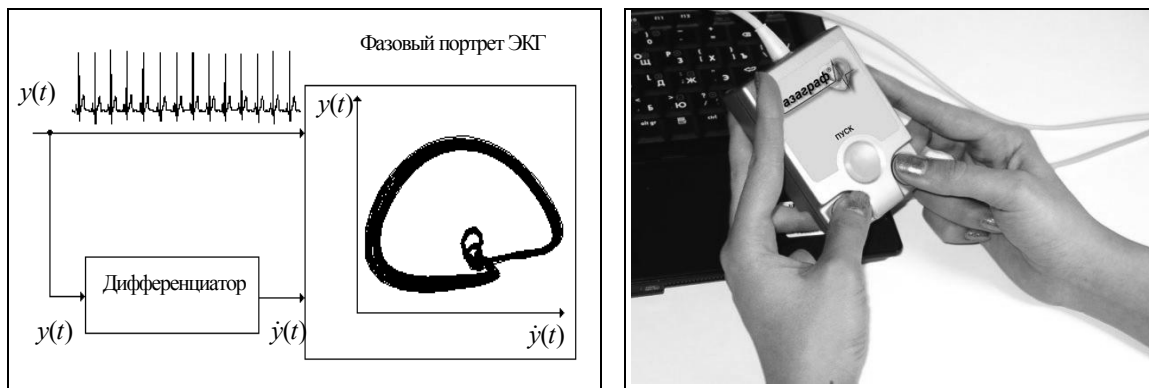


Рис. 2. Система ФАЗАГРАФ[®]: слева - основная идея метода, справа – сенсор ЭКГ

Понятно, что информация только от одного отведения не может быть использована для стандартного ЭКГ заключения. В то же время клинические испытания [3] подтвердили, что даже такая ограниченная информация при обработке ЭКГ в фазовом пространстве позволяет судить о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы и выявить скрытые признаки ишемии миокарда, которые недооцениваются при традиционной обработке ЭКГ.

Диагностическая ценность фазового портрета ЭКГ состоит в использовании дополнительной информации, содержащейся в скоростных характеристиках исследуемого процесса. Предложенный метод позволяет с высокой точностью оценить форму ЭКГ и обнаружить в ней такие отклонения, которые обычно скрыты от врача при анализе ЭКГ во временной области.

В качестве дополнительных диагностических признаков ЭКГ в фазовом пространстве предложено использовать параметр σ рассеивания точек фазового портрета, угол α его

орієнтації і параметр β_T , характеризуючий симетрію фрагмента реполяризації усередненої фазової траєкторії відносно осі $\dot{y} = 0$ (рис. 3). Параметр β_T визначається як відношення максимальних швидкостей на восходящому і нисходящому колінах фрагмента фазової траєкторії, що відповідає зубцю T , причому $\beta_T = D_2 / D_1$ при позитивному зубці T і $\beta_T = D_1 / D_2$ при негативному зубці T .

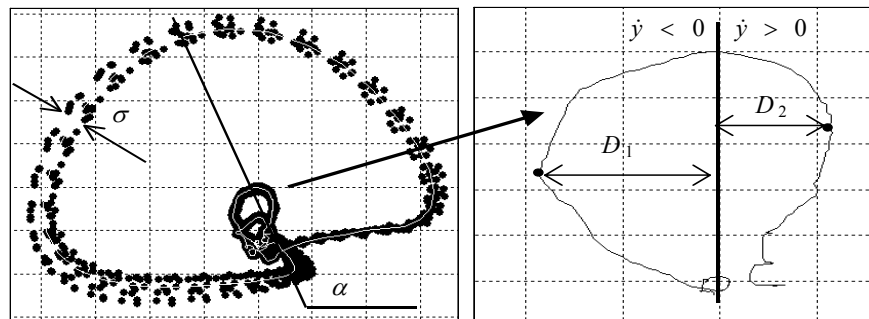


Рис. 3. Допоміжні ознаки ЕКГ в фазовому просторі

Разумеется, помимо указанных дополнительных диагностических признаков, система ФАЗАГРАФ[®] позволяет определять традиционные амплитудно-временные характеристики информативных фрагментов ЭКГ, а также основные статистические и спектральные характеристики variability сердечного ритма.

Следует заметить, что диагностическая ценность параметра, характеризующего симметрию зубца T , была продемонстрирована еще в работе [4]. Однако до сих пор отсутствовали компьютерные системы, в которых бы использовался этот важный диагностический признак, по всей видимости, из-за вычислительной сложности надежного определения такого показателя по реальным ЭКГ, искаженным внутренними и внешними возмущениями.

В качестве иллюстрации рассмотрим пример практического использования функциональных возможностей системы ФАЗАГРАФ[®] для поддержки принятия решений по назначению лекарственных препаратов.

На рис. 4 представлен характерный фрагмент электрокардиограммы больного С., который в течение шести недель находился на стационарном лечении по поводу мерцательной аритмии. Легко видеть, что на ЭКГ наблюдаются выраженные признаки аритмии и экстрасистолы.



Рис. 4. Характерный фрагмент ЭКГ больного С.

В процессе лечения больной принимал ряд сердечно-сосудистых препаратов, в том числе, дигоксин. В результате лечения улучшился ряд показателей, характеризующих variability сердечного ритма, в частности, заметно уменьшились показатели $SDNN$, мс и $pNN50$, %, что свидетельствовало об эффективном лечении аритмии (рис. 5, а, б).

В то же время, в процессе лечения (рис. 5, в) наблюдалась тенденция к увеличению показателя β_T симметрии фрагмента реполяризации, который приближался к зоне опасных

значений. Этот факт был учтен при окончательном решении о дозировке лекарственных препаратов, назначенных больному после его выписки.

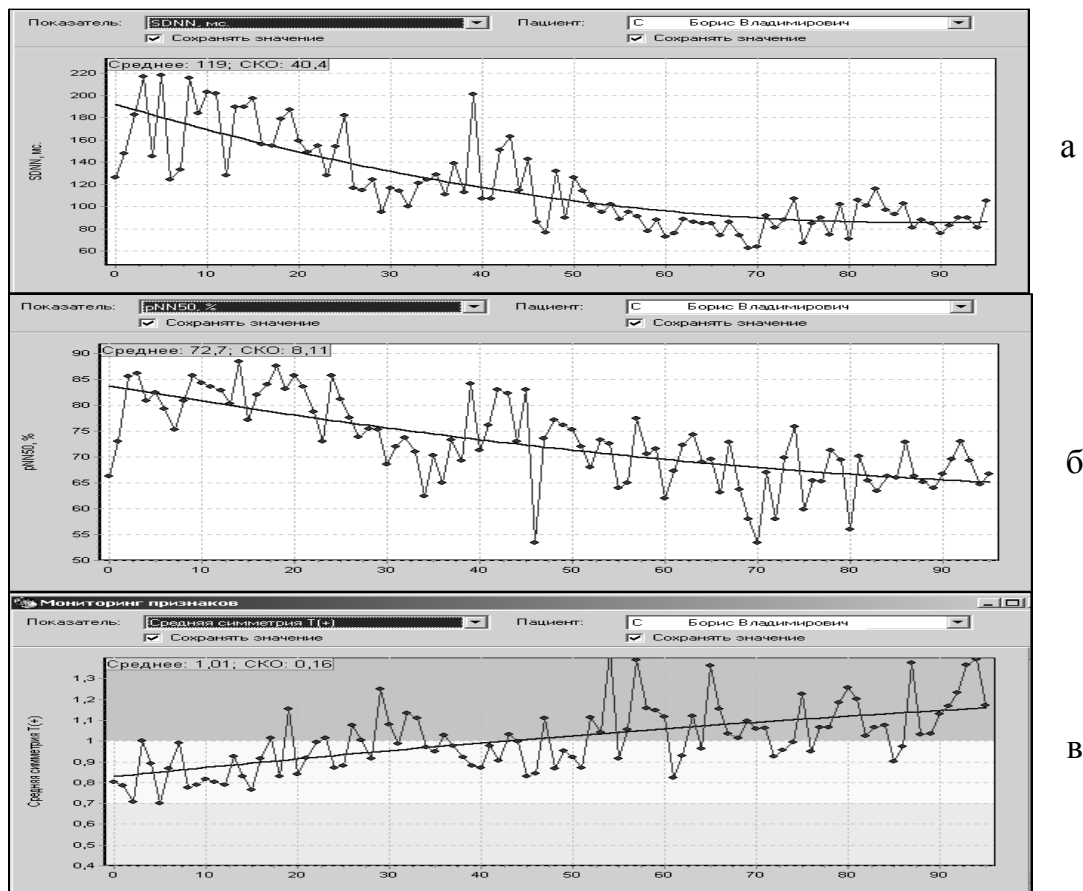


Рис. 5. Динамика изменения показателей ЭКГ в процесс лечения:
 $SDNN$ (а), $pNN50$ (б), β_T (в)

Таким образом, анализ динамики характеристик фазового портрета ЭКГ в процессе приема сердечно-сосудистых препаратов позволяет получать более полную информацию о реакции организма, которая может быть использована для индивидуального подбора медицинских препаратов, назначения необходимых доз и оптимального графика приема.

Литература

1. Власова И. У лекарств обнаруживается все больше побочных эффектов // Коммерческая биотехнология. – 2007. – № 10. – С. 14-19.
2. Патент 2187246 Российская Федерация 7 А61В8/06. Способ оценки эффективности гипотензивных препаратов у больных артериальной гипертензией / Колбасников С.В., Шпак Л.В. Заявитель и патентообладатель ГУ Тверская государственная медицинская академия. – № 2001106441/14; заявл.07.03.07; опубл. 20.08.2002.
3. Файнзильберг Л.С. ФАЗАГРАФ® – эффективная информационная технология обработки ЭКГ в задаче скрининга ишемической болезни сердца // Клиническая информатика и телемедицина. – 2010. – Т.6. – Вып.7. – С. 22-30.
4. Карамов К.С., Базиян Ж.А., Алехин К.П. К диагностике свежих очаговых поражениях миокарда. // Кардиология. – 1978. – № 10. – С. 109-112.