

лять выполнять декомпозицию составов как аппаратного, так и алгоритмического обеспечения интерфейса в процессе проектирования. Необходимым требованием к инженерной методике является также предоставление возможности использования ее результатов для формирования оценочных соотношений, что является крайне важным с точки зрения последующего анализа метрологических характеристик проектируемого интерфейса.

УДК 612.014.003.12

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ И КОНТУРНОЙ ОЦЕНКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИИ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА

Ю. П. Муха, А. В. Бугров

Волгоградский государственный университет

Представлен метод контурной оценки, позволяющий конкретизировать исследование адаптивных возможностей организма при изучении воздействия различных нагрузок, дать количественную оценку здоровья организма по шкале адаптации.

*Ключевые слова:* контурная оценка, контур адаптации.

В настоящее время в медицине большое внимание уделяется изучению здорового организма и профилактике различных заболеваний. Однако в развитии концепции о здоровье имеется много нерешенных проблем. Прежде всего, нет четкого определения «здоровье» и тем более «количество здоровья». Понятие в медицине «практически здоровый» очень условно, оно принимает во внимание исключение у человека диагностируемых болезней. Проводимые работы в этом направлении показывают, что ближе всего к количественной оценке здоровья лежит путь исследования через оценку уровня функциональных возможностей организма и через познание диапазона компенсаторно-адаптивных реакций как в естественных динамических условиях среды, так и в экстремальных условиях без патологических проявлений. Такой биоритмологический подход, в котором центральное место занимают биоциклы и биоритмы, в настоящее время получил широкое развитие. В частности, исследование variability сердечного ритма позволяет определить функциональное состояние организма и его адаптивные возможности. Применяемые методы анализа биоритмов в основном используют статистическую или спектральную обработку, и очень малое внимание уделено методам нелинейной динамики, изучающим сложные колебательные процессы. Недостатком последнего метода является его неполная проработанность и отсутствие стандартов в показателях. Нами предлагается метод изучения функции адаптации организма при исследовании variability

ти сердечного ритма методами нелинейной динамики. За основу взята двухконтурная четырехуровневая модель управления сердечным ритмом по Баевскому и расширенная Бабиковой и Яриловым. В рамках теории функциональных систем Анохина-Судакова была проведена математическая формализация модели и выделены четыре основных контура адаптации сложной физиологической системы. Каждому контуру адаптации соответствует свой сложный колебательный процесс, характеризующий конкретное функциональное состояние. Функциональное состояние определяется ритмической деятельностью сердца и может быть оценено по результатам нелинейно-динамического анализа одномерной записи RR-интервалограммы. В результате, восстановленный из кардиоритмограммы аттрактор в N-мерном фазовом пространстве описывает сложный колебательный процесс и соответствует конкретному функциональному состоянию (рис. 1). Таким образом, формируя тестовые нагрузки на организм под конкретный адаптивный контур, мы можем идентифицировать его функционирование и напряженность по характеристикам аттрактора, в частности, основному показателю — корреляционной размерности. Наши исследования показали, что конкретному адаптивному контуру соответствует диапазон значений корреляционных размерностей реконструированных аттракторов. Это нам позволило представить грубую шкалу адаптации в виде, представленном на рис. 2.

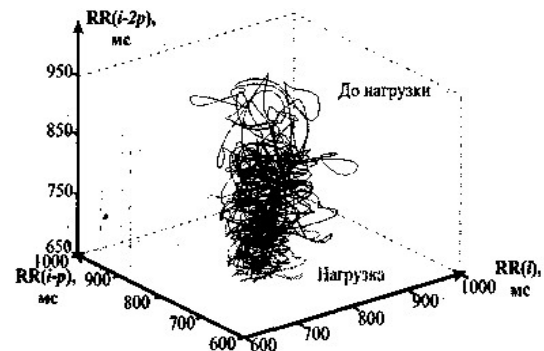


Рис. 1. Трехмерные проекции восстановленных фазовых портретов

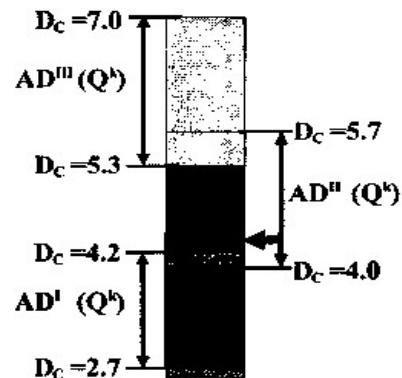


Рис. 2. Общая шкала адаптации

На шкале представлены диапазоны, соответствующие конкретным адаптивным контурам, определяемым множеством внешних воздействий ОД, где индекс R определяет порядковый номер регламентированной нагрузки. Заштрихованные области показывают переходные процессы, значения переходных зон и границ диапазонов уточняются непосредственно исследователем. Также шкалу адаптации можно использовать при контурной оценке (рис. 3), например, при изучении действия однотипной нагрузки на группу.

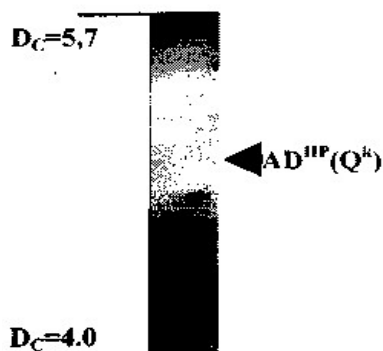


Рис. 3. Контурная шкала адаптации

Таким образом, контурная оценка позволяет конкретизировать исследование адаптивных возможностей организма при изучении воздействия различных нагрузок. Поскольку восстановленный фазовый портрет отражает в себе всю полноту информации о протекании процесса адаптации на всех уровнях управления им и отражает функцию всего организма в целом, мы имеем возможность по шкале адаптации дать количественную оценку здоровья организма, а методы нелинейной динамики обеспечивают индивидуализированный подход.

УДК 616.15-07:389

**МЕТОДИКА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

**В. Ю. Наумов, Ю. П. Муха**

*Волгоградский государственный технический университет*

Определены основные факторы формирования погрешностей в информационно-измерительных системах аналитических исследований.

*Ключевые слова:* метрологический анализ, гематология, информационно-измерительные системы.

Главная задача медицинского лабораторного анализа состоит в получении достоверной диагностической информации о функционировании различных систем человеческого организма на основании проведения лабораторных исследований. Их метрологическое обеспечение представляет собой одну из важнейших проблем, решение которой могло бы обеспечить высокую точность и воспроизводимость результатов анализа, а следовательно, и повысить

достоверность диагностических заключений, формируемых на основании этих результатов.

Полнота и точность знаний о процессах формирования погрешностей в информационно-измерительных системах для аналитических исследований связана не только с самой системой, измеряющей определенные показатели, но и с процессом измерения в целом. При этом процесс измерения включает в себя доаналитический, аналитический и постаналитический этапы работы, так как на любом из них возможны ошибки.

Поэтому при анализе полной погрешности измерения и ее характеристик необходимо учитывать в измерительном уравнении не только собственно само измерение, но и остальные факторы, влияющие на конечный результат. Таким образом, полная погрешность может быть получена при совокупном анализе предметной части исследования, метода исследования, аппаратной части и метода анализа результата.

Главная задача медицинского лабораторного анализа состоит в получении достоверной диагностической информации о функционировании различных систем человеческого организма на основании проведения лабораторных исследований.

На анализ крови могут оказать влияние состояние пищеварительной системы, физическое или эмоциональное напряжение больного, биологические ритмы, прием лекарственных или наркотических средств, употребление алкоголя, физиотерапевтические процедуры, рентгеновское облучение и т. д. Таким образом, сама кроветворная система организма больного неразрывно связана с процессом гематологического исследования, и имеет смысл говорить о биоинструментальной информационно-измерительной системе (ИИС).

В биоинструментальной ИИС первичным преобразователем многопараметрического входного воздействия на организм является сам биологический объект, при этом она содержит в себе математическую модель исследуемого объекта, основанную на первоначальных параметрах биологической модели.

Анализ биологической составляющей такой системы возможен в рамках общей теории функциональных систем, она позволяет с новых позиций исследовать различные проявления живого организма — от его гомеостатических функций до активной целенаправленной деятельности во внешней среде.

Воспринимая механизмы регуляции гемопоэза как воздействия на систему крови и, как следствие, на формируемую в результате биопробу, можно составить измерительное уравнение, которое будет являться входным сигналом для инструментальной части ИИС.

Аналитический этап состоит из измерения необходимых параметров биопробы и их последующего анализа, т. е. свой вклад в погрешность вносят метод и аппаратная часть исследования. В общем случае сум-