

котором выполняется преобразование Фурье). Этот метод имеет неустранимую погрешность  $\Delta\omega = \frac{2\pi}{T}$ , так что относительная погрешность  $\delta\omega = \frac{T_0}{T}$ , где  $T_0$  — период сигнала. Следовательно, точное определение частоты этим методом возможно только при большом времени анализа  $T \gg T_0$ .

Различные варианты метода измерения частоты по нескольким отсчетам мгновенных значений сигнала  $u(t)$  и его производных позволяют определять частоту за время, меньшее периода исследуемого сигнала, но все они имеют большие инструментальные погрешности и низкую помехозащищенность из-за малого числа отсчетов, подвергающихся обработке.

Теоретические результаты подтверждены экспериментальными исследованиями, которые проводились в двух направлениях: моделированием алгоритмов обработки на ЭВМ и натурным испытанием лабораторного образца микропроцессорного мультиметра. Моделированием на ЭВМ проверены различные алгоритмы поиска максимума функционала  $\Gamma(\omega_0)$  для довольно большого количества исследуемых сигналов, параметры которых, время измерения  $T$  и число отсчетов  $n$  изменялись в широких пределах; погрешность вычислений при этом оказа-

лась близка к нулю (порядка  $10^{-4}\%$ ). При натурном эксперименте проведена сравнительная оценка погрешностей предложенного прибора для различных уровней отношения шум/сигнал, в частности  $-40$ ,  $-20$ ,  $-10$  дБ. Полученные в результате обработки многократных измерений оценки погрешностей сравнивались с экспериментальными погрешностями контрольного вычислительного частотомера типа ЧЗ-64, как одного из лучших отечественных приборов по критерию помехозащищенности, и с расчетными погрешностями частотомера типа 5345 фирмы "Хьюлетт Паккард". Оказалось, что при числе отсчетов  $n=100$  погрешность разработанного прибора примерно на порядок ниже, а с их увеличением выигрыш в точности возрастает.

**Литература:** 1. *Мирский Г.Я.* Электронные измерения. - М.: Радио и связь, 1986. С. 105-121. 2. А.с. 920551 СССР/А.И.Иванов, В.Н.Пеклер //Открытия. Изобретения. 1982.№14. С. 12-15.

Поступила в редколлегию 13.05.98

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Харченко В.С.

**Чинков Виктор Николаевич**, д-р техн. наук, профессор ХВУ. Научные интересы: метрология, цифровая измерительная техника. Адрес: 310000, Украина, Харьков, пл. Свободы, 6, тел. 47-42-36, 37-02-61.

**Яковлев Максим Юрьевич**, курсант ХВУ. Научные интересы: метрология, цифровая измерительная техника. Адрес: 310000, Украина, Харьков, пл. Свободы, 6, тел. 47-42-36, 76-55-30.

УДК 519.81

## ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*КОЗИНА О.А.*

Сформирована структура обобщенного показателя эффективности функционирования фотометрических лабораторных систем. Предложен метод моделирования приоритетного аспекта эффективности, основанный на анализе специфики диагностических комплексов.

В практике клинических и биологических исследований, проводимых с целью оценить состояние организма и прогнозировать развитие этого состояния, изучить влияние внешней среды и внешних воздействий на процессы жизнедеятельности, фотометрические системы занимают ведущее место. На современном этапе развития медицинской техники никто уже не сомневается в целесообразности автоматизации и компьютеризации лабораторных исследований. Перед разработчиками лабораторных комплексов возникает проблема: как организовать взаимодействие средств вычислительной техники для максимального улучшения характеристик лабораторных измерений. Поэтому оценить эффективность функционирования таких измерительных информационных систем — первоочередная задача в обеспечении современного уровня технического оснащения лабораторий.

Эффективность является наиболее важной и в то же время наиболее интегральной характеристикой любой системы. Категория эффективности позволяет определить, хорошо или плохо работает система, насколько успешно она выполняет свои функции. Несмотря на актуальность проблемы и большое количество работ по методам оценки качества сложных систем, вопрос синтеза критерия оценки эффективности функционирования медицинских измерительных информационных систем (ИИС) не решен. Целью данной статьи является обоснование и формирование структуры критерия оценки эффективности фотометрических ИИС.

По аналогии с принятыми нормами в области электро-измерительной техники можно выделить следующие аспекты оценки эффективности фотометрических ИИС: технический, технологический, стандартизации и унификации, технической эстетики, патентно-правовой защиты и экономического. Многие авторы на основании накопленного опыта считают [1], что возможно изучение эффективности систем путем отдельного рассмотрения перечисленных выше аспектов без ущерба для целей анализа. При этом говорят отдельно о технической или экономической эффективности. Такой подход оправдывается тем, что большинство практических задач решается на основе сравнения числовых оценок не абсолютной технической или иной эффективности, а эффективности ряда изделий одного назначения при их использовании в одних и тех же условиях эксплуатации, либо на основе сопоставления эффективности одного и того же типа систем при использовании в различных условиях эксплуатации в целях выбора наилучшей ее организации. Естественно, что

только после составления полного перечня всевозможных целей анализа эффективности функционирования фотометрических ИИС и их классификации можно определить структуру критерия в общем виде. Представляется целесообразным разработать один вид показателя для оценки каждой эффективности диагностических ИИС с последующим учетом степени его важности в каждом конкретном случае.

Специфика любой медицинской системы позволяет говорить о первичности социальных критериев эффективности по сравнению с любыми другими. Сокращение сроков пребывания больного в стационаре и сроков временной нетрудоспособности, повышение производительности и улучшение условий труда медицинских работников — самые важные результаты эффективного функционирования диагностических ИИС. Поэтому социальным аспектом вклада таких систем в работу надсистемы является процесс постановки правильного диагноза или принятия правильного решения в определенной клинической ситуации. Любая другая эффективность  $E_n$  — экономическая, техническая или эксплуатационная — является вторичной по отношению к социальной  $E_c$ , а величина их вклада в общую эффективность  $E$ , как предложено выше, определяется в каждом конкретном случае отдельно согласно целям анализа эффективности. Таким образом, используя в качестве базовой структуры обобщенный показатель эффективности систем аддитивного типа, получаем:

$$E = a_c * E_c + \sum_{n=1}^N a_n * E_n,$$

где  $N$  — число учитываемых аспектов эффективности в данном случае;  $a_n$  и  $a_c$  — весовые коэффициенты,

$\sum_{n=1}^N a_n \leq a_c$ . Критерий  $E_c$  носит функциональный характер, однако взаимодействие между элементами системы, а также системы и надсистемы имеет физическую природу (вещественную, информационную, энергетическую), поэтому функциональный критерий эффективности должен иметь конкретное физическое содержание. Для придания функциональному критерию эффективности физического смысла удобнее всего рассматривать  $E_c$  как итог сравнения назначения системы  $L$  и результатов ее использования  $R$ , т.е.

$$E_c = \frac{R}{L}.$$

Для фотометрических ИИС  $L$ , с позиции процесса постановки правильного диагноза, зависит от потенциальной информационной ценности некоторого симптома в определенном диапазоне его значений [2], а также от квалификации врача. Будем считать, что врач обладает необходимой квалификацией и его характеристики как части диагностической системы не влияют на уровень эффективности ее функционирования. Объективную численную оценку диагностической информационной ценности  $I_G$  группы из  $m$  взаимоисключающих симптомов определяют по формуле

$$I_G = \sum_{i=1}^m P(S_i) * \log \frac{1}{P(S_i)},$$

где полная вероятность симптома  $S_i$  равна

$$P(S_i) = \sum_{j=1}^K P(B_j) * P(S_i/B_j);$$

$K$  — количество диагностируемых болезней;  $P(B_j)$  — вероятность болезни у данного пациента;  $P(S_i/B_j)$  — условная вероятность симптома  $S_i$  в определенном диапазоне значений при болезни  $B_j$ . Известно, что  $P(B_j)$  — изменяющаяся в процессе постановки диагноза величина с некоторым априорным значением  $P_B^0$ , а  $P(S_i/B_j)$  — величина, входящая в состав медицинских баз данных. Таким образом, величина  $I_G$  показывает, определение значения какого симптома в некотором диапазоне имеет максимальную ценность для постановки правильного диагноза и, следовательно, должна быть использована в структуре критерия эффективности.

Результат  $R$ , в общем случае, представляет собой совокупность численных характеристик, определяющих конечный или промежуточный результат использования диагностической ИИС. Очевидно, что различные диагностические ИИС, реализующие разные методы определения одного и того же лабораторного показателя, дают неравнозначную информацию для принятия решения в некоторой клинической ситуации. Поэтому результат  $R$  должен иметь зависимость как с аналитической эффективностью метода  $I_M$ , реализованного в анализируемой ИИС, так и с критерием достоверности информации  $I_S$  о численном значении каждого симптома в определенном диапазоне, измеряемом с помощью анализируемой ИИС, т.е.:

$$E_c = \frac{I_M * I_S}{I_G}.$$

Для вычисления  $I_M$  предлагается использовать выражение

$$I_M = \sum_{i=1}^4 a_i * I_M^i,$$

в котором весовые коэффициенты  $a_i$  наряду с аналитическими оценками лабораторного метода (воспроизводимостью результатов анализа  $I_M^1$ , полученных данным методом, правильностью метода  $I_M^2$ , аналитической специфичностью  $I_M^3$  и аналитической чувствительностью  $I_M^4$ ) вычисляются средними лабораторной аналитики экспертным и экспериментальными способами [3].

Критерий достоверности информации на выходе фотометрической ИИС  $I_S$  определяется как вероятность того, что система предоставляет пользователю

некоторое количество информации с допустимой точностью. Объем потока достоверной информации характеризуется информационной разрешающей способностью системы. Следует отметить, что длительность процесса анализа биожидкостей соизмеряется с допустимыми сроками принятия медицинских решений, которые можно считать априорной информацией, предоставление которой — задача для медицинских работников.

Следовательно, как показано выше, предложенный подход к моделированию структуры показателя приоритетного аспекта эффективности может быть распространен на процесс формирования вида любого слагаемого обобщенного показателя эффективности ИИС. При этом анализ и формализацию специфики диагностических систем можно рассматривать как один из методологических принципов аттестации и синтеза современных лабораторных ИИС.

**Литература:** 1. *Вопросы синтеза биотехнических измерительно-вычислительных систем* / Под ред. В.А.Викторова. Л.: Изд-во ЛЭТИ, 1988. 111 с. 2. *Мусийченко В.А., Мустецов Н.П.* Вычислительный метод обработки корреляции между симптомами в медицинских базах знаний // Сборник докладов 2-й Международной конференции "Радиоэлектроника в медицинской диагностике: оценка функций и состояния организма". 23-26 сентября 1997. 224 с. 3. *Лабораторные методы исследования в клинике: Справочник* / Под ред. В.В.Меньшикова М.: Медицина, 1987. 368 с.

Поступила в редколлегию 30.05.98

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Мартыненко А.В.

**Козина Ольга Андреевна**, научный сотрудник кафедры БМЭ ХТУРЭ. Научные интересы: эффективность лабораторных измерительно-информационных систем, применяющих компьютерные технологии. Адрес: 310726, Украина, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. (0572) 40-93-64, 32-00-82.

УДК 50.53.17

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ОТ АВАРИЙНЫХ РАДИОБУЕВ КОСПАС-САРСАТ

*КРАСНОДУБЕЦ Л.А.*

Предложена автоматизированная система управления процессами проверки технического состояния и программирования аварийных морских радиобуев моделей "КОСПАС-АРБ-М", "МУССОН-501" и "АФАЛИНА" Международной спутниковой системы КОСПАС-САРСАТ.

Аварийные радиобуи (АРБ) системы КОСПАС-САРСАТ устанавливаются на борту судов всех типов; предназначены они для автоматической передачи через спутниковый канал связи сообщения о бедствии в Международные координационно-вычислительные центры (МКВ).

В настоящее время все АРБ, установленные на судах, плавающих под флагом Украины, имеют код страны 273 (Россия) и зарегистрированы в базе данных МКВЦ КОСПАС (г. Москва). Вместе с тем Украине, как морской державе, имеющей зону ответственности в обеспечении безопасности мореплавания на Черном море, выделен код страны - 272. Поэтому в целях повышения эффективности системы КОСПАС-САРСАТ, а также во исполнение резолюции А.695 (17) Международной Морской Организации (ИМО) о применении с 01.02.99 г. единого метода присвоения идентификационного кода аварийным радиобуям, в ближайшем будущем планируется перекодировка всего парка украинских АРБ. В этой связи ставится актуальная задача автоматизации процессов программирования АРБ.

Функциональное назначение АРБ предусматривает постоянную готовность к безотказному переводу его в рабочее состояние в случае бедствия. По этой причине Морской Регистр Судоходства требует проводить ежегодные проверки технического состояния

и работоспособности всех АРБ, установленных на судах. Для проверки АРБ концерном "Муссон" в свое время была разработана контрольно-измерительная аппаратура "КОСПАС" (КИА-К), оснащенная стрелочными и устаревшими цифровыми индикаторами. На сегодняшний день КИА-К не отвечает требованиям резолюции А.764(18) ИМО в части обслуживания, проверки и ведения баз данных АРБ. Поэтому разработка эффективных средств для проверки и учета АРБ является актуальной задачей.

Предлагаемая автоматизированная система управления процессами обработки данных от АРБ решает следующие основные задачи: измерение излучаемой мощности бортовых радиопередатчиков, работающих на частотах 406,025 МГц и 121,5 МГц; измерение временных параметров радиопосылки АРБ; выделение информационных параметров из радиопосылки; индикация на экране видеомонитора в реальном времени результатов обработки данных и измерений; автоматическое занесение в базу данных основных результатов проверки; автоматическая генерация двоичного кода, определяющего информационное содержание радиопосылки АРБ, по заданным исходным параметрам; автоматическое формирование файла, содержащего код радиопосылки и предназначенного для программатора ПЗУ; автоматическое программирование ПЗУ; автоматическое формирование выходных текстовых документов; создание и удаление баз данных с однотипной структурой, а также сопровождение нескольких баз данных и обработка их содержимого; управление всеми режимами работы системы манипулятором типа "мышь" с помощью многооконного интерфейса с системой вложенных меню и подсказок.

Структурная схема системы изображена на рисунке.

Аппаратура КИА-К/М представляет собой усовершенствованный вариант прибора КИА-К [1], который оснащен микрокомпьютерной системой на базе однокристалльной ЭВМ и последовательным интерфейсом RS-232C для обеспечения связи с ПЭВМ.

КИА-К/М выполняет следующие функции: прием и детектирование радиосигналов от АРБ; предварительная обработка и представление данных, составляющих информационный кадр, в шестнадцатичном формате; измерение уровня излучаемой