

На рисунке 3 представлено результаты вейвлет анализа моделируемого сигнала. Видно, что на расстоянии 1000-1500 и 2000-2500, присутствуют аномалии.

4. Выводы. Предложенный метод – вейвлет анализ данных мониторинга ГТС, позволяет определить наличие локализованных аномалий и указывает на их пространственное расположение. Классический подход в анализе сигналов, а именно Фурье анализ, не позволяет определить местоположение аномалии.

В результате проведенных модельных экспериментов получены данные, которые показывают следующие преимущества вейвлет анализа:

1. Обнаружение аномалий ГТС
2. Нахождение мест локализации аномалий.
3. Позволяет выявить аномалии различного типа (трещины, разломы, каверны, полости, разуплотнения).

Поступила 20.09.2010р.

УДК 681.324

Ю.Л. Забулонов, Ю. М. Коростиль, В.М. Буртняк
Институт геохимии окружающей среды НАН и МЧС Украины

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ И СЛЕЖЕНИЯ ЗА НЕРАСПРОСТРАНЕНИЕМ РАДИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

The article analyzes the ways to assess the quality of automated control and monitoring of non-proliferation of radioactive materials in the light of the fact that for the designers assessment of this quality is already important at the stage of designing a system in order to forecast the demand for the product as well as the expected costs of its development and maintenance.

В результате производственной деятельности предприятий образуются радиоактивные отходы, которые загрязняют окружающую среду и создают радиационную нагрузку на персонал. С каждым годом объем радиоактивных отходов увеличивается и их необходимо где-то складировать и хранить. Поэтому системы автоматизированного контроля и слежения (САКС) за радиоактивными материалами (РМ) все чаще создаются не в результате модных веяний или необходимости освоить бюджеты, а в надежде на их успешную и длительную эксплуатацию [1].

Стабильное и качественное наблюдение за опасным объектом с РМ является определяющим условием безопасности населения и окружающей

среды. Владелец САКС должен иметь гарантии правильности функционирования системы, так как ее отказ или неверная работа могут нанести серьезный ущерб безопасности.

Увеличение сложности современных САКС при одновременном росте ответственности за выполняемые функции резко повысило требования со стороны заказчиков и пользователей к качеству систем и безопасности их применения. Ошибки в программном обеспечении или недостаточное качество системы могут нанести ущерб, значительно превышающий положительный эффект от их использования.

Следовательно, вопросы оценки качества САКС и истинной стоимости информационно-технологических решений заложенных при ее проектировании являются актуальными. До сих пор итоги внедрения подавляющего большинства таких систем так и остаются не измеренными.

Качество САКС определяется совокупностью свойств, которые в соответствии с назначением системы обеспечивают ее эффективное функционирование. Свойства, составляющие эту совокупность и имеющие количественные измерители, называются критериями (показателями) качества системы. Другими словами, критерий качества – численный показатель, характеризующий оцениваемое свойство системы, обеспечивающий возможность определения затрат, необходимых для достижения требуемого уровня качества.

Качество САКС, как и любого технического устройства, может быть оценено, например, такими общепринятыми показателями, как массогабаритные характеристики, стоимость, надёжность или долговечность [4]. Но все это частные показатели. Истинное значение показателя качества САКС можно получить только на основании обобщенного показателя.

Из-за многообразия интересов пользователей получить комплексную оценку качества САКС является крайне сложной задачей. Все показатели качества связаны с характеристиками системы, которые очень часто имеют противоречивый характер: изменение одних характеристик приводит к улучшению одних показателей качества и к ухудшению других. Многообразие характеристик системы, разнотипность доступной информации, сложность ее объединения также вносят свой вклад в получение комплексной оценки. Все это значительно усложняет выбор критериев качества. Невозможно предложить одну универсальную меру качества и приходится использовать ряд характеристик, охватывающих весь спектр предъявляемых требований. Поэтому в инженерной практике широко используются интегральные критерии качества.

Известны следующие разновидности показателей качества: аддитивный обобщенный показатель, мультипликативный обобщенный показатель, составной обобщенный показатель, совокупность частных показателей.

Обобщенный аддитивный показатель образуется как сумма нормированных частных показателей:

$$K = \sum_{i=1}^n p_i \alpha_i, \quad (1)$$

где K – обобщенный показатель; p_i – множество частных показателей; α_i – множество весовых коэффициентов, отражающих весомость частных показателей ($0 \leq \alpha_i \leq 1$); n – количество частных показателей. Сума весовых коэффициентов есть величина постоянная и равняется 1.

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = Const = 1 \quad (2)$$

Частный показатель определяется на основании усредненных оценок по нескольким измерениям на основании формулы:

$$p_i = \left(\sum_{j=1}^m p_{ij} \right) / m, \quad (3)$$

где p_{ij} - частный i показатель при j -м измерении; m – количество измерений.

При этом искомое решение получается максимизацией суммы (1) нормированных частных показателей. Основным недостатком этого показателя является эвристический способ назначения весовых коэффициентов, что не позволяет в полной мере учесть объективную весомость частных показателей.

Эти же недостатки присущи мультипликативному показателю качества, который может иметь два варианта:

$$K = \prod_{i=1}^n p_i \quad \text{или} \quad K = \prod_{i=1}^n p_i \alpha_i \quad (4)$$

Достоинство аддитивного и мультипликативного показателей – простота их образования.

Основным методом формирования составных обобщенных показателей качества является использование эмпирических формул, определенным образом объединяющих выбранные частные показатели, при этом K есть некий функционал Φ от множества p_i

$$K = \Phi(p_1, p_2, \dots, p_n) \quad (5)$$

Например, в качестве составного показателя может быть использован экономический показатель:

$$K = Q / W$$

$$Q = f_1(x_1, x_2, \dots, x_n, z_1, z_2, \dots, z_n) \quad (6)$$

$$W = f_2(y_1, y_2, \dots, y_n),$$

где Q – полная целевая отдача системы; W – полные затраты при разработке, изготовлении и эксплуатации; $\{x_i\}, i = \overline{1, n}$ - технические параметры влияющие на целевую отдачу; $\{z_i\}, i = \overline{1, n}$ - организационные факторы; $\{y_i\}, i = \overline{1, n}$ - факторы определяющие разработку, изготовление и эксплуатацию.

При образовании составных показателей используются экспертные

оценки, что неизбежно приводит к снижению объективности оценки. Т.е. основным недостатком составных показателей является их достоверность, а также выбор искомого решения с помощью составных показателей ограничивает возможность дальнейшего совершенствования системы. Например, система, наилучшая по обобщенному составному показателю «производительность» или «надежность» будет неприемлемой по показателю «стоимость».

Наилучшие результаты по оценке качества системы достигаются при использовании совокупности частных показателей. При этом задача оценки качества системы становится многокритериальной и требует применения специальных методов решения. Для снижения степени многокритериальности и повышения достоверности частные показатели должны обладать свойством комплексности и в полной мере отражать все технические характеристики системы.

Разновидностью совокупности частных показателей является иерархическая модель взаимосвязи компонентов качества системы [2-3]. В соответствии с моделью вначале определяются характеристики качества, как совокупность независимых атрибутов системы или процесса ее создания, например: безопасность; надежность; экономичность; удобство эксплуатации.

Показателями безопасности (способность обеспечить защиту объекта контроля), системы является риски последствий инцидентов, которые показывают меру безопасности последствий от нарушений за определенный период времени.

Для распределительной САКС показатель качества должен учитывать надежность контроля защиты контейнера с РМ.

Экономичность (стоимость эксплуатации) характеризуется показателями использования средств, которые вкладываются в автоматизированную систему.

Оценка надежности, экономичности, безопасности и удобства эксплуатации дает достаточно полное представление о качестве функционирования системы в нормальных условиях (рис. 1).

Далее можно сформировать показатели другого уровня, к которым можно отнести: практичность; целостность; эффективность; корректность; удобство обслуживания; оцениваемость; сопровождаемость; адаптируемость; мобильность; возможность взаимодействия.

Каждому такому показателю ставится в соответствие группа критериев. Например:

- практичность — возможность реконfigurирования и перенастройки, скорость рассылки сообщений, объем документации, простота использования;
- целостность — регулирование доступа, контроль доступа;
- эффективность — стоимость владения, эффективность использования каналов ввода/вывода, эффективность обнаружения нарушения;
- корректность — завершенность, согласованность, достоверность

- получаемых результатов, наличие документации;
- удобство обслуживания — согласованность, простота, модульность, модульность;
 - оцениваемость — простота, наличие сигнализирующих индикаторов, информативность, модульность;
 - сопровождаемость — модульность, модифицируемость;
 - адаптируемость — общность, информативность, модульность, независимость от объекта контроля;
 - мобильность — простотой установки, модульность, независимость от объекта контроля и его местонахождения;
 - способность взаимодействия — модульность, унифицируемость процедур связи, унифицируемость данных.

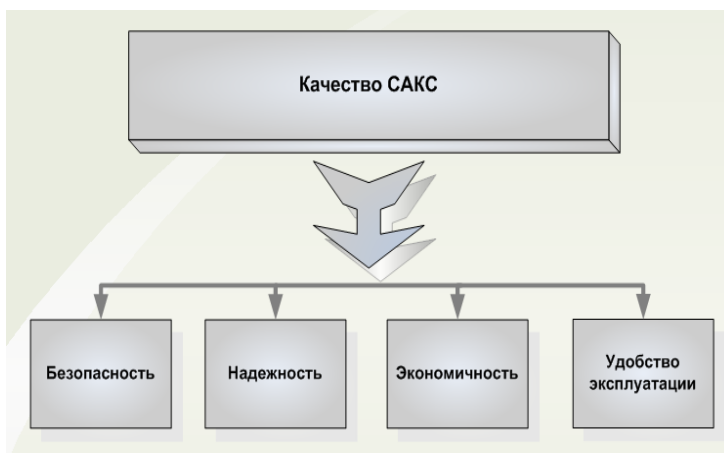


Рис.1. Определяющие критерии качества САКС

Практичность - понятность системы, простота использования, изучаемость и ее привлекательность.

Целостность - способность компонентов системы защищать программы и информацию от любых негативных воздействий.

Эффективность - свойства обеспечивающие требуемую производительность решения функциональных задач, с учетом количества используемых вычислительных ресурсов.

Корректность - способность системы обеспечивать правильные или приемлемые для пользователя результаты.

Сопровождаемость - приспособленность системы к модификации и изменению конфигурации и функций.

Мобильность - подготовленность модулей системы к переносу из одного контролируемого объекта на другой.

Способность к взаимодействию - свойство системы взаимодействовать с одной или большим числом систем из внешней среды.

С помощью таких метрик можно дать количественную или качественную оценку качества САКС.

Развитием иерархического подхода является представленная на рис.2 модель классификации критериев качества для систем автоматического контроля и слежения за РМ. Выбор соответственного показателя качества функционирования в каждом конкретном случае определяется назначением системы, видом выполняемой задачи, характером различных внешних факторов. Т.е. функциональные критерии оценивают степень выполнения САКС основных целей и задач, а конструктивные оценивают независимые от целевого назначения компоненты системы. Как показывает опыт, наибольшую трудность в процессе оценки качества любой продукции, в том числе и научно-технической, вызывает установление, выявление факторов, которые ухудшают те или иные показатели качества. Еще более сложной и в то же время необходимой процедурой является их оценка. Измерить их – значит получить объективную основу для выработки оперативных и экономически эффективных управляющих воздействий.

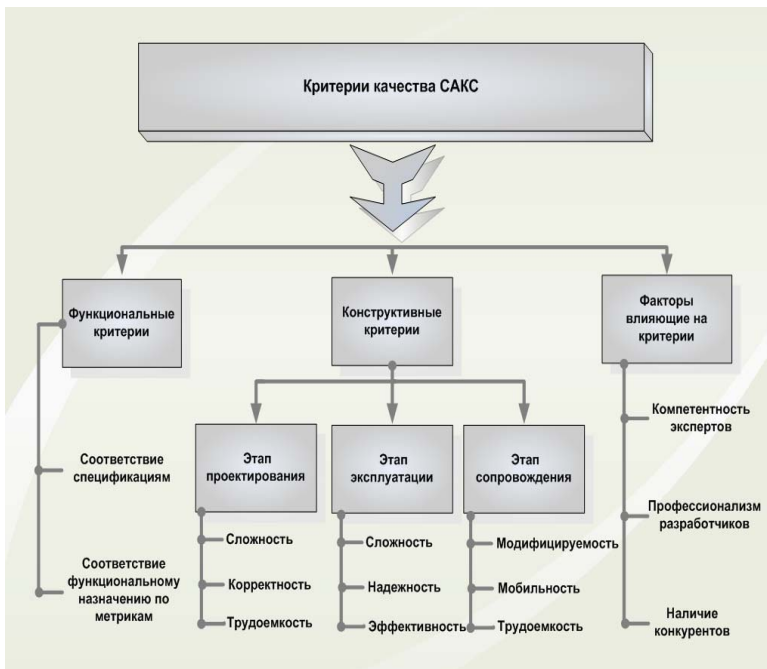


Рис. 2. Классификации критериев качества САКС

Качество системы закладывается при ее проектировании [5]. Поэтому для разработчиков очень важно иметь возможность количественного обоснование выбранного технического решения. Это можно сделать используя обобщенный показатель качества. Тогда эффективность процесса проектирование таких сложных систем, как САКС можно существенно повысить.

Для оценки качества системы и ее элементов необходимо знать зависимости между техническими параметрами и затратами на аппаратные и программные ресурсы, а также важны затраты денежных средств на единицу этих ресурсов.

Пусть существует некоторый обобщенный показатель качества системы K , на который мы можем влиять, выбирая тем или иным способом критерии. Эффективность показателя K характеризуется числовым показателем, который требуется максимизировать. Все показатели, от которых зависит K , можно разделить на две группы: заданные (заранее известные) и зависящие от разработчиков факторы.

Пусть a_1, a_2, \dots, a_n – множество заранее известных показателей, заданных в техническом задании. x_1, x_2, \dots, x_m – показатели, которые разработчики могут выбирать.

Показатель качества K завит от обеих групп показателей:

$$K = K(a_1, a_2, \dots, a_n, x_1, x_2, \dots, x_m) \quad (7)$$

Многофункциональный характер САКС, наличие в ее структуре четко очерченных подсистем и необходимость учета при оценке качества системы затрат приводят к целесообразности использования кроме общего критерия K еще и частных критериев качества p_i

Соотношение между K и p_i имеет вид:

$$K = (\alpha_1 p_1 + \alpha_2 p_2 + \dots + \alpha_m p_m) / p_{m+1}, \quad (8)$$

где $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$ – весовые коэффициенты (положительные, если соответствующие частные показатели максимизируются, и отрицательные, если частные показатели минимизируются). Знаменатель выражения (8) представляет собой приведенные затраты – капитальные и текущие.

Вместе с показателем вида (8) задаются ограничения на отдельные частные показатели

$$p_j \geq p_j^* ; \quad p_l \leq p_l^* \quad (9)$$

где $p_j \in \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$; $p_l \in \{p_{m+1}, p_{m+2}, \dots, p_n\}$

Оптимальный вариант по обобщенному критерию может быть найден как компромисс между параметрами системы и затратами на ее создание используя метод последовательных уступок.

Предположим, что частные показатели качества расположены в порядке убывающей важности: сначала основной p_1 , затем другие, вспомогательные p_2, \dots

Процедура построения компромиссного решения сводится к

следующему. Сначала находим решение, обращающее в максимум главный показатель p_1 . Затем, исходя из практических соображений и необходимой точности, назначается некоторая «уступка» Δp_1 , которую разработчики согласны допустить для того, чтобы обратиться в максимум второй показатель p_2 . На показатель p_1 накладывается ограничение: он должен быть не меньше чем $\rho_1^* - \Delta p_1$, где ρ_1^* – максимально возможное значение p_1 . При этом ограничении необходимо найти решение, которое обращает в максимум p_2 . Далее снова назначается уступка в показателе p_2 , ценой которой можно максимизировать p_3 и т.д.

При таком способе построения компромиссного решения видно, какой «уступки» в одной показателе приобретается выигрыш в другом.

Выводы.

В целом можно отметить, что важнейшим фактором, определяющим как качество ИС, так и вообще возможность завершения ее разработки, является умение правильно оценить стоимость соответствующего проекта, согласовать предполагаемые затраты с финансовыми возможностями организации. Комплексное решение данной проблемы позволит решать задачи контроля за нераспространением РМ на высоком уровне и обеспечит создание САКС заданного качества с минимальными финансовыми затратами.

Предложенный метод определения критерия оценки качества функционирования распределительной САКС позволяет решать следующие задачи:

1. Определять стратегию повышения качества функционирования системы к заданному уровню в условиях природного старения элементов и ограничений на ресурсы.
2. Оценивать необходимость и определять очередность мероприятий с модернизации элементов системы по критерию качества функционирования.
- 3.. Оценивать необходимость и определять очередность мероприятий для продолжения срока службы элементов

1. *Забулонов Ю.Л., Буртяк В.М.* Система контроля и слежения за хранением ядерных материалов. // Зб. наук. пр. Інституту проблем моделювання в енергетиці НАНУ. „Моделювання та інформаційні технології”– К., 2008. - Вип. 47. – С.107-118.
2. *Международные стандарты ИСО серии 9000 и 10000 на системы качества: версии 1994 г. М.: Изд-во стандартов, 1995.*
3. *Окрешков В. В.* Управление качеством. М.: Экономика, 1998.
4. *Смирнов В. Н.* Системное исследование показателей качества изделий. Л.: Машиностроение, 1981.
5. *Гудвин Г. К., Гребен С. Ф., Сальгадо М. Э.* Проектирование систем автоматизации М. «Бином», 2004г.

Поступила 11.10.2010г.