

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ИНФОРМАЦИОННО – УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ НА ЭТАПЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

САМСОНКИН А.Н., ЧАЙНИКОВ С.И.

Рассматриваются вопросы выбора управляющих воздействий для организации управления эффективностью функционирования ИУС на этапе эксплуатации. Основывается использование организации технического обслуживания по состоянию с контролем уровня надежности в качестве управляющего воздействия.

Среди многочисленных аспектов проблемы организации управления эффективностью информационно – управляющих систем (ИУС) на этапе эксплуатации одно из центральных мест занимает задача принятия решения о выборе управляющих воздействий и процедуры их реализации. Исходной предпосылкой решения указанной задачи является анализ процесса функционирования ИУС и особенностей организации ее технической эксплуатации.

Анализ функционирования ИУС основывается на описании протекающих в ней информационных и управляющих процессов. Обязательными этапами такого анализа являются определение понятия и выбор критерия оценки эффективности функционирования. Решение этих вопросов в первую очередь предполагает четкое определение объекта исследования.

Согласно [1] ИУС определяется как эргатическая система, обеспечивающая эффективное функционирование объекта управления, в которой сбор и переработка информации, необходимой для реализации функций управления, осуществляется с применением средств автоматизации и вычислительной техники. Поэтому ИУС можно рассматривать как замкнутую систему, состоящую из управляющего объекта (УО) и объекта управления (ОУ), функционирующую под влиянием внешних воздействий и дающую некоторый полезный эффект. Под эффективностью функционирования ИУС будем понимать свойство, характеризующее приспособленность системы к достижению поставленной цели [2].

Рассмотрим подробнее процесс функционирования ИУС. На основании текущей информации о состоянии ОУ руководитель высшего в рассматриваемой системе уровня управления имеет возможность принимать решения о необходимости управляющих воздействий и о характере, времени и месте их приложения. Это решение поступает в порядке подчинения на нижестоящие уровни управления, завершаясь на низшем уровне определением вектора управления. Управляющие воздействия поступают на ОУ, после чего система вновь переходит в режим анализа информации о состоянии ОУ до тех пор, пока его результаты не укажут на необходимость новых управляющих воздействий. Проведенное рассмотрение процесса функционирования позволяет представить УО как совокупность двух элементов с прин-

ципально различными функциями. Основной из них – руководитель наивысшего в данной системе звена управления. Его прерогативой является принятие управляющих решений. Второй элемент – вспомогательная система, основной функцией которой является обеспечение руководителя информацией и передача (возможно с преобразованием) принятых им решений на ОУ.

Таким образом, основным объектом управления в рамках проблемы управления эффективностью ИУС является именно эта вспомогательная система. Исходя из этого, в дальнейшем ИУС будет рассматриваться как сложная эргатическая информационно-вычислительная система с иерархической структурой, включающая в свой состав руководителей, нижних по отношению к данному уровню рассмотрения степеней, комплексы средств автоматизации и связи, обеспечивающие обработку и передачу информации, а также обслуживающий персонал. Данное определение ИУС, в отличие от определения [1], позволяет сосредоточиться непосредственно на эффективности средств автоматизации и сузить объект исследования.

Исходной предпосылкой для исследования ИУС служит наличие базовой модели, позволяющей формализовать процесс ее функционирования. Наиболее приемлемой является модель в виде многоуровневой иерархической структуры с простым подчинением [2]. Согласно этой модели ИУС состоит из совокупности взаимосвязанных УО. Каждый УО, далее не расчленяемый на данном уровне рассмотрения, выполняет соответствующую задачу управления [1].

Очевидно, что определение режима функционирования ИУС является прерогативой руководителя высшего уровня иерархии, т.е. он определяет перечень и содержание функций ИУС [1] (в дальнейшем – функций управления), подлежащих реализации в системе. На данный момент времени этот перечень фиксирован, объективно существует и представляет собой замкнутое множество $D = \{d_n\}$, $n = \overline{1, N}$. Временной регламент и требования к качеству реализации каждой функции управления определены и задаются в техническом задании на разработку системы. С учетом этого целью функционирования ИУС является своевременная и качественная реализация функций управления в заданных условиях. Это позволяет исключить руководителя и ОУ из дальнейшего рассмотрения и оценивать эффективность ИУС только с точки зрения достижения этой цели, т.е. функциональную эффективность.

Между УО на системном уровне произведено распределение функций управления, реализация которых достигается путем решения на каждом УО соответствующих задач управления. Под задачей управления УО понимается часть функции управления ИУС, характеризующая конечным или промежуточным результатом в конкретной форме и решаемая на данном УО [1].

В рамках базовой модели процесс функционирования ИУС можно представить следующим образом. Задано множество D подлежащих реализации функций управления. В случайные моменты времени поступают требования на их реализацию. Каждое из них конкретизирует: номер функции управления; требования к времени $T_{дп}$ и качеству $P_{дп}$ ее реализации; подмножество объектов управления, до кото-

рых должен быть доведен вектор управляющих сигналов U , полученный в результате реализации функции управления. При этом на структуре ИУС выделяется некоторая сложная подструктура, участвующая в реализации (функции управления). Эти подструктуры имеют вид деревьев с одним "корнем".

Функционирование ИУС будем считать удовлетворительным (т.е. ИУС находится в работоспособном состоянии) на интервале эксплуатации $[0, T]$, если любая функция управления реализуется своевременно и с требуемым качеством.

Функциональная эффективность ИУС может оцениваться совокупностью условных вероятностей события, состоящего в том, что ИУС реализует функцию управления d_n с качеством, не хуже заданного $P_{дн}$, и за время, не больше допустимого $T_{дн}$, при условии, что в некоторый момент t возникла необходимость в ее реализации [3]:

$$P_{\phi n}(t) = P\{\tau_n \leq T_{дн}, \pi_n < P_{дн} / t\} \quad (1)$$

Это приводит к векторному показателю [2]:

$$P_{\phi}(t) = (P_{\phi 1}(t), \dots, P_{\phi n}(t), \dots, P_{\phi N}(t)). \quad (2)$$

Вектор $P_{\phi}(t)$ может быть использован в качестве основного показателя функциональной эффективности ИУС.

Как правило, в техническом задании на разработку ИУС и нормативных требований по эксплуатации задаются требования на основные показатели качества системы. С учетом этого, требования к векторному показателю (2) запишутся в виде:

$$P_{\phi n}(t) \geq P_{дн}, \quad n = \overline{1, N}, \quad (3)$$

где $P_{дн}$ — заданный минимально допустимый уровень показателя функциональной эффективности (1).

Тогда, используя показатель (2), задача управления эффективностью функционирования ИУС сводится к задаче удержания в процессе эксплуатации вектора $P_{\phi}(t)$ в допустимых пределах (3).

Для анализа и выбора управляющих воздействий, которые могут быть реализованы на этапе эксплуатации ИУС в целях решения задачи (3), необходимо определить факторы, влияющие на эффективность функционирования системы [3]. К таким факторам можно отнести следующие: надежность комплекса технических средств (КТС) программных средств ИУС; надежность и пропускная способность средств связи, используемых для передачи информации в КСА ИУС; принятая дисциплина обслуживания функций управления и организация вычислительно-го процесса; внешние условия эксплуатации КТС ИУС; степень подготовленности обслуживающего персонала объектов ИУС; используемый способ организации обмена информацией в процессе реализации функции управления; структура ИУС.

Качественный анализ перечисленных выше факторов позволяет сделать вывод, что для решения задачи управления эффективностью функционирования ИУС (3) на этапе эксплуатации одним из основных оперативных управляющих воздействий является воздействие на надежность КТС системы. На этапе эксплуатации ИУС наиболее приемлемый метод повышения надежности КТС — совершенствование процесса технической эксплуатации [2]. Из анализа работ по технической эксплуатации следует,

что основным способом оперативного повышения надежности КТС ИУС является организация технического обслуживания, по состоянию с контролем уровня надежности. Для реализации данного метода требуется обосновать и выбрать показатель надежности КТС ИУС, разработать методику его и правило принятия решения о проведении технического обслуживания на КТС тех или иных УО системы.

Для решения задачи оценки надежности КТС ИУС введем понятие работоспособного состояния КТС УО системы. Под работоспособным будем понимать такое состояние, в котором передаваемая с другого УО информация будет принята из каналов связи, соответствующим образом обработана и результаты обработки выданы в каналы связи для передачи адресату (если в этом есть необходимость). При этом предполагается, что данные процессы не прерываются ремонтновосстановительными работами после отказов отдельных устройств КТС УО. Под неработоспособным будем понимать такое состояние, в котором не выполняется хотя бы одно из перечисленных выше условий. В дальнейшем для краткости КТС УО ИУС будем называть элементом ИУС.

Необходимо отметить, что КТС ИУС представляет собой сложную техническую систему, в которой отказы отдельных элементов приводят лишь к снижению эффективности функционирования, а не к полной потере работоспособности [2]. Поэтому оценка надежности подобных систем обычно сводится к выяснению влияния отказов ее элементов на качество функционирования системы и проводится при помощи показателя надежности. В качестве такого показателя может быть выбрана некоторая величина, показывающая, на сколько снижается эффективность системы вследствие возможных отказов ее элементов по сравнению с эффективностью идеальной системы, элементы которой абсолютно надежны. Пока представим показатель надежности КТС ИУС в виде некоторой функции времени $R(t)$.

Введем понятие функционально пригодного и непригодного состояний КТС ИУС. Под функционально пригодным понимается такое состояние КТС, когда показатель надежности $R(t)$ больше некоторого минимально допустимого значения R_d . Под функционально непригодным понимается такое состояние КТС, когда выполняется условие:

$$R(t) \leq R_d.$$

В случае, когда КТС ИУС переходит в функционально непригодное состояние, следует проводить техническое обслуживание.

Следующим этапом является выбор стратегии технического обслуживания КТС ИУС в целях восстановления их функционально пригодного состояния. Под стратегией понимается конкретный перечень элементов системы (не обязательно всех), на которых должно проводиться техническое обслуживание.

С учетом изложенного выше цель проведения технического обслуживания КТС ИУС формализовано можно представить следующим образом:

$$R(t/\delta_e) \geq R_d, \quad \delta_e \in \Delta,$$

где $R(t/\delta_e)$, $e = \overline{1, L}$ — значение показателя надежности КТС АСУВ при условии, что была реализована стратегия технического обслуживания δ_e ; L — количество возможных стратегий технического обслуживания; D — множество возможных стратегий технического обслуживания КТС.

Реализация стратегии δ_e технического обслуживания КТС ИУС сопряжена с некоторыми потерями, задаваемыми функционалом потерь $W(\delta_e)$. Необходимо выбрать такую стратегию, которая минимизирует математическое ожидание функционала потерь.

Таким образом, в рамках решения задачи управления эффективностью ИУС на этапе эксплуатации необходимо: обосновать и выбрать базовый показатель надежности КТС ИУС; разработать методику оценки надежности КТС системы с использованием полученного показателя; разработать методику выбора стратегии технического обслуживания КТС ИУС. При этом в качестве показателя надежности КТС ИУС необходимо использовать обобщенный коэффициент оперативной готовности [3].

Литература: 1. ГОСТ 24.003-84. Автоматизированные системы управления. Термины и определения. М.: Издательство стандартов, 1985. 14 с. 2. *Эффективность* технических систем /Под ред. И.А. Ушакова. М.: Машиностроение, 1988. 328 с. 3. *Самсонкин А.Н.* Определение обобщенного коэффициента оперативной готовности сложных человеко-машинных систем // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. 1996. № 5. С.59-61.

Поступила в редколлегию 12.06.99

Рецензент: д-р физ.-мат. наук, проф. Мазманишвили А.С.

Самсонкин Александр Николаевич, доцент кафедры вычислительной техники радиотехнических систем ХИЛ ВВС. Научные интересы: управление эксплуатацией ИУС. Адрес: Украина, 61007, Харьков, ул. Мира, 4, кв. 52, тел. 30-82-18.

Чайников Сергей Иванович, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры системотехники ХТУРЭ. Научные интересы: системный анализ и проектирование ИУС. Адрес: Украина, 61110, Харьков, 2-й пер. Дружбы, 7, тел. 40-93-06.