

УДК 004.32.2+004.04

Ю.В. Доронина, доцент, канд. техн. наук,

В.Я. Копп, профессор, д-р техн. наук,

М.В. Заморёнов, канд. техн. наук

Севастопольский национальный технический университет,

ул. Университетская 33, г. Севастополь, Украина, 99053

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГОВОГО ТИПА

Рассматриваются принципы повышения эффективности функционирования автоматизированных информационных систем на основе анализа времени начала их реинжиниринга, а также планирования процедур совершенствования в целом.

Ключевые слова: *информационная система, реинжиниринг, совершенствование, построение систем.*

Введение. В настоящее время важными являются две проблемы: развитие функционирующих АИС и учет требований предстоящей их модернизации на этапе проектирования [1].

При нерегулярном выделении средств на развитие АИС, четкое планирование процедур каждого типа играет, несомненно, важную роль при обеспечении требований к поддержанию комплексного показателя эффективности системы. Более того, регулярное выделение средств, также может быть скоординировано на основе гибкого планирования усилий на каждую структурную единицу системы, учитывая важность этой структурной единицы в общем компонентном множестве.

Существующие научные исследования, в основном, касаются или подробного описания процесса проектирования, или ограничиваются идеями совершенствования АИС в целом. Для систем, которые функционируют непрерывно с циклическими процедурами анализа, не существует четких методов совершенствования, невзирая на то, что такие системы связаны, в том числе, с проблемами безопасности жизнедеятельности (метеорологический, экологический мониторинг и т.п.).

Поэтому исследования, направленные на разработку теоретических основ создания метода совершенствования автоматизированных информационных мониторинговых систем на основе планирования времени начала процедур и объема материальных расходов, а также уровня (глубины) проникновения совершенствования, является актуальными.

Цель статьи. Целью исследования является повышение эффективности методов совершенствования АИС на основе планирования времени начала процедур и объема материальных вложений, а также уровня (глубины) проникновения совершенствования путем создания итерационно-иерархической структуры построения и моделей стохастического анализа таких систем.

Основные идеи метода совершенствования АИС. Модель управления жизненным циклом АИС на основе гибкого реинжиниринга базируется на смешанном методе модификации систем и идее о тесной зависимости между целесообразностью постоянного совершенствования и революционного скачка в развитии системы.

На рисунке 1 приведена общая схема построения и совершенствования АИС с функцией принятия решения по уровню проникновения реинжиниринговой процедуры. Схема построения АИС с целью дальнейшей реализации реинжиниринговых процедур, как было показано ранее, имеет итеративную структуру с наличием множества точек входа по этапам проектирования и построения системы. Эта особенность схематически показана на рисунках 2, 3.

В общих подходах управления жизненными циклами (ЖЦ) АИС с помощью CASE-средств модели создаются, преобразуются и контролируются. Основными результатами на каждом этапе ЖЦ являются модели определяемых на текущем этапе объектов [2]. В репозиторий проекта попадает множество, в большинстве случаев, устаревших моделей, которые могут считаться таковыми в случае необходимости онлайн-проектирования систем с непрерывным циклом функционирования. Выбор и поддержка актуальных моделей, безусловно, целесообразна. При постоянном потоке требований и сложной структуре АИС это представляет большие сложности. Представляется необходимым осуществлять согласование и специфицирование требований, соотносить предполагаемый уровень проникновения процедур совершенствования с классификацией, что позволит предварительно оценить целесообразность выбора требуемой процедуры построения АИС на горизонтальном и вертикальном уровнях.

Для выбора глубины (уровня) проникновения реинжиниринговых процедур используются как количественные, так и качественные оценки. Важным фактором, определяющим глубину проникновения реинжиниринга, является коэффициент проникновения (r), который связан с возможным уровнем автоматизации элемента системы в частности или системы в целом. На рисунке 4 изображена классификация уровней проникновения реинжиниринговых процедур.



Рисунок 1 — Общая схема построения и совершенствования АИС: два основных этапа построения системы (структурный синтез, включающий оптимизация и вариантный анализ); их составляющие: морфологический и кластерный анализ, вариантной анализ на подсистемном и системном уровнях по интегральному и вложенным критериям

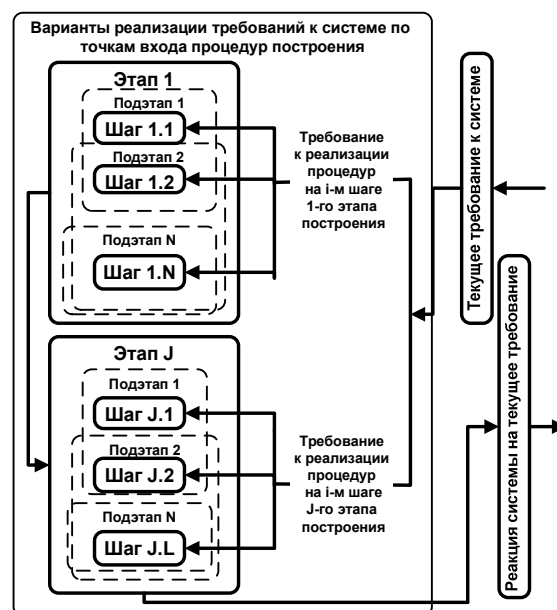


Рисунок 2 – Вертикальная схема реализации требований к АИС на основе итеративной структуры по точкам входа процедур построения

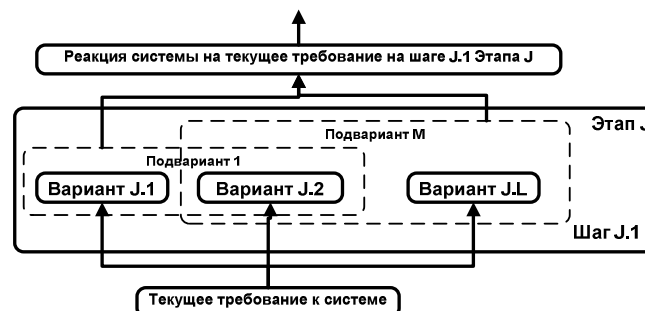


Рисунок 3 – Горизонтальная реализации требований к АИС на основе итеративной структуры по точкам входа процедур построения



Рисунок 4 – Уровни реинжиниринга по глубине и факторам проникновения

С точки зрения качественной оценки уровни проникновения реинжиниринга могут быть следующих типов: структурный, программный, организационный, функциональный, операционный, комплексный и по требованию (по запросу). Исходя из того, как соотносится поступившее требование с одной из классификационных групп, делается заключение о типе реализации реинжиниринговых процедур от модификации структуры системы в целом до реализации требований к системе на уровне операций или на уровне прикладного программного обеспечения.

Для определения времени начала реинжиниринга для АИС используются два подхода. В первом оптимальное время начала реинжиниринга определяется исходя из оценки роста расходов на эксплуатацию системы. Во втором подходе определяется среднее время цикла системы на основе построения полумарковской модели.

В [3] показано, что для случая представления эксплуатационных расходов линейной зависимостью $C_{экс}(t) = C_1(1 + \alpha(t - 1))$ экономически оптимальный срок эксплуатации АИС T_{opt} определяется как

$$\frac{\alpha C_1}{C_0} = \frac{(\ln(1 + q))^2}{\sqrt{1 + q} (T_{opt} \ln(1 + q) + c^{-T_{opt} \ln(1 + q)})}, \quad (1)$$

где $C_{экс}(t)$ — регулярные затраты на эксплуатацию системы; C_1 — стоимость эксплуатации системы; α — регулярный прирост эксплуатационных расходов; C_0 — приведенные к началу эксплуатации расходы на разработку, производство, установку системы; q — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, с помощью которого производится приведение разновременных затрат ($q > 0$). При линейном возрастании эксплуатационных расходов с учетом $q = const$, получим:

$$T_{opt} = \sqrt{\frac{2C_0}{\alpha C_1}}. \quad (2)$$

Коэффициент текущего совершенствования системы для предельного времени начала реинжиниринговых процедур системы оценивается как

$$k_0 = (E_{\min} - Eh) / T_{opt},$$

где Eh — значение показателя эффективности системы на момент окончания разработки; $E_{\min}$ — минимально допустимый интегральный показатель эффективности системы.

Значения оценок интегрального показателя эффективности АИС могут быть заменены в общем случае оценками надежности системы в целом и ее подсистем в частности [4]. Для АИС гидрометеорологической мониторинговой системы с помощью морфогенетического метода получено множество вариантов подсистем, которое в дальнейшем после ряда этапов отсеивания, кластеризации и унификации (рисунок 1) преобразовано в три основных схемы (рисунок 5).

Подсистемы автоматического сбора данных, (рисунок 5, а), функционирует следующим образом: данные собираются посредством опроса датчиков, далее производится предварительная обработка собранных данных. Поскольку время передачи порции данных строго фиксировано (происходит в заданные промежутки времени), то для упрощения построения модели примем, что передача данных,

обслуженных на предыдущем этапе к последующему, происходит сразу при наличии свободного последующего устройства. Будем строить модель в следующих предположениях: в случае отказа устройства обработки данных их обслуживание прерывается, а после восстановления работоспособности устройства обработки обслуживания продолжается с учетом времени прерванного обслуживания. Под устройством обработки в общем случае понимается компьютерная вычислительная система.

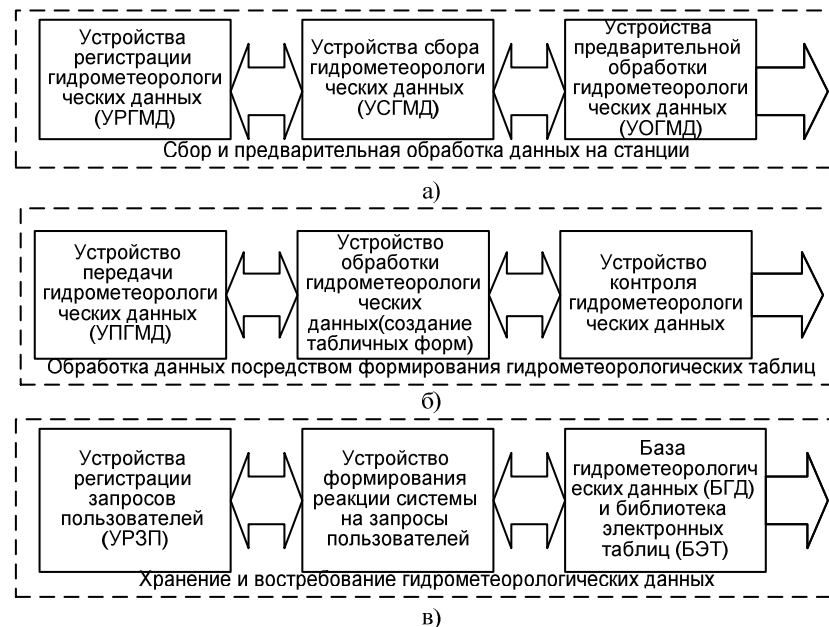


Рисунок 5 – Унификация схем взаимодействия элементов в подсистемах:

а) сбор и предварительная обработка данных; б) обработка набора данных; в) хранение и востребование данных

Опишем функционирование рассматриваемой системы сбора и предварительной обработки набора данных. Время сбора данных на некотором технологическом устройстве (устройстве предварительной обработки (УПО)) — случайная величина (СВ) α_1 с функцией распределения (ФР) $F_1(t) = P\{\alpha_1 \leq t\}$. Время обработки набора данных — СВ α_2 с функцией распределения (ФР) $F_2(t) = P\{\alpha_2 \leq t\}$.

Под набором данных понимается совокупность параметров, снимаемых с устройств предварительной обработки одновременно (например, набор параметров, описывающих состояние природной среды: температура воздуха, атмосферное давление, влажность, направление и сила ветра и т.п.). Время безотказной работы устройства предварительной обработки — СВ α_3 с ФР $F_3(t) = P\{\alpha_3 \leq t\}$, время восстановления — СВ β_3 с ФР $G_3(t) = P\{\beta_3 \leq t\}$.

Время безотказной работы устройства предварительной обработки данных связано с возможностью его функционирования без технических сбоев, программных сбоев, ошибок администрирования, влияния вредоносного программного обеспечения, ошибок оператора и т.п. СВ $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \beta_3$ предполагаются независимыми, имеющими конечные математические ожидания и дисперсии; у ФР $F_1(t), F_2(t), F_3(t), G_3(t)$ существуют плотности $f_1(t), f_2(t), f_3(t), g_3(t)$. При отказе устройства предварительной обработки данных, собственно обработка прерывается, после восстановления работоспособности соответствующего устройства обслуживание данных продолжается с учетом времени прерванного обслуживания.

Необходимо определить ФР $F_0(t)$ СВ θ , представляющую собой время цикла обслуживания (сбора и предварительной обработки) набора данных с учетом отказов УПО, математическое ожидание указанной СВ. Возможностью отказов устройства сбора данных в данной модели пренебрегается.

Для описания функционирования системы используем процесс марковского восстановления (ПМВ) $\{\xi_n, \theta_n; n \geq 0\}$ и соответствующий ему полумарковский процесс (ПМП) $\xi(t)$ с состояниями: $1x$ — устройство сбора данных функционирует, готовя данные к обработке; $20x$ — устройство предварительной обработки работоспособно, началось обслуживание очередной группы данных; время, оставшееся до отказа УПО, равно $x \geq 0$; $21x$ — состояние (мгновенное), соответствующее моменту окончания предварительной обработки группы данных; время, оставшееся до отказа УПО, равно $x \geq 0$;

30у — произошло восстановление работоспособности УПО и продолжено прерванное обслуживание (обработка) данных; время, оставшееся до окончания прерванной обработки, равно $y \geq 0$; 31у — произошел отказ УПО, обработка прервана; время, оставшееся до окончания прерванной обработки, равно $y \geq 0$.

Граф переходов рассмотренной подсистемы приведен на рисунке 6. Фазовое пространство состояний имеет вид: $E = \{1x, 20x, 21x, 30y, 31y\}$.

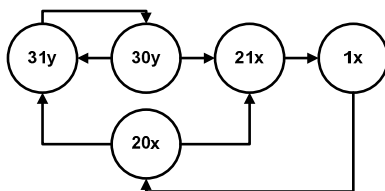


Рисунок 6 – Граф состояний подсистемы сбора данных

Определим полумарковское ядро $Q(t, x, B)$ ПМВ $\{\xi_n, \theta_n, n \geq 0\}$ в дифференциальной форме:

$$Q(t, 20x, 21dx) = f_2(x - y) \cdot 1_{x-y}(t) dy, \quad 0 < y < x,$$

где $1_{x-y}(t)$ — единичное распределение в точке.

$$Q(t, 20x, 31dy) = f_2(x + y) \cdot 1_x(t) dy, \quad y > 0; \quad Q(t, 30y, 31dy) = f_3(x - y) \cdot 1_{x-y}(t) dy, \quad 0 < y < x;$$

$$Q(t, 30y, 21dx) = f_3(x + y) \cdot 1_x(t) dy, \quad y > 0;$$

$$Q(t, 1x, 20x) = F_1(t), \quad Q(t, 21x, 1x) = 1(t), \quad Q(t, 31y, 30y) = G_3(t).$$

Время пребывания ПМП $\xi(t)$ в подмножестве состояний E_+ при условии, что при $t = 0$ система находилась в состоянии 20х, равно времени обработки данных. Найдем распределение времени пребывания ПМП $\xi(t)$ в подмножестве состояний E_+ . Пусть $\tau_{20x}, \tau_{30y}, \tau_{31y}, \tau_{1x}$ — времена пребывания $\xi(t)$ в E_+ с начальным состоянием 20х, 30у, 31у, 1, соответственно, $\Phi_{20x}(x, t), \Phi_{30y}(y, t), \Phi_{31y}(y, t), \Phi_{1x}(x, t)$ — их функции распределения.

Запишем систему уравнений марковского восстановления для функций $\bar{\Phi}_i(x, t) = 1 - \Phi_i(x, t)$, $i = \overline{1, 4}$, с учетом того, что $\bar{\Phi}_{30y}(x, t) = 1$, $\bar{\Phi}_{31y}(x, t) = 1$, $\bar{\Phi}_{20x}(x, t) = \bar{F}_2(t)$, $\bar{\Phi}_{1x}(x, t) = \bar{F}_1(t) * \bar{F}_2(t)$, при $0 \leq t < x$ и где $\bar{F}_1(t) * \bar{F}_2(t) = 1 - \int_0^t F_1(x) f_2(t - x) dx$.

$$\begin{cases} \bar{\Phi}_{20x}(x, t) = \int_0^{t-x} f_2(x + y) \bar{\Phi}_{31y}(y, t - x) dy + \bar{F}_2(t), & t \geq x \\ \bar{\Phi}_{30y}(x, t) = \int_0^x f_3(x - s) \bar{\Phi}_{31y}(s, t - x + s) ds, & t \geq x \\ \bar{\Phi}_{31y}(x, t) = \int_0^{t-x} g_3(t - x - \tau) \bar{\Phi}_{30y}(x, x + \tau) d\tau + \bar{G}_3(t - x), & t \geq x \\ \bar{\Phi}_{1x}(x, t) = \int_0^{t-x} f_1(t - x - \tau) \bar{\Phi}_{20x}(x, x + \tau) d\tau + (1 - \int_0^t F_1(x) f_2(t - x) dx), & t \geq x \end{cases}.$$

Решение этой системы имеет вид

$$\begin{aligned} \bar{\Phi}_{1x}(x, t) = & F_1(t - x) \int_x^t f_2(s) \bar{G}_3(t - s) ds + \bar{F}_2(t) F_1(t - x) + (1 - \int_0^t F_1(x) f_2(t - x) dx) + \\ & + F_1(t - x) \int_0^{t-x} f_2(x + y) \sum_{n=1}^{\infty} F_3^{*(n)}(y) [G_3^{*(n)}(t - x) - G_3^{*(n+1)}(t - x)] dy, \quad t \geq x, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\overline{\Phi}_{20x}(x, t) &= \int_0^{t-x} f_2(x+y) \overline{G}_3(t-x) dy + \overline{F}_2(t) + \\
&+ \sum_{n=1}^{\infty} \int_0^{t-x} f_2(x+y) F_3^{*(n)}(y) [G_3^{*(n)}(t-x-y) - G_3^{*(n+1)}(t-x-y)] dy, \quad t \geq x, \\
\overline{\Phi}_{30y}(x, t) &= F_3(x) \overline{G}_3(t-x) + \sum_{n=1}^{\infty} F_3^{*(n+1)}(x) [G_3^{*(n)}(t-x) - G_3^{*(n+1)}(t-x)], \quad t \geq x, \\
\overline{\Phi}_{31y}(x, t) &= \overline{G}_3(t-x) + \sum_{n=1}^{\infty} F_3^{*(n)}(x) [G_3^{*(n)}(t-x) - G_3^{*(n+1)}(t-x)], \quad t \geq x.
\end{aligned}$$

Полученная формула определяет ФР $\overline{\Phi}_1(x, t)$ времени цикла обслуживания УПО набора данных, которая зависит от начального состояния $20x$, содержащего непрерывную компоненту x . Для того чтобы получить ФР $F_\theta(t)$ СВ θ — времени цикла обслуживания набора данных на этапе сбора — вне зависимости от начального состояния, проведем операцию усреднения по формуле

$$\overline{F}_\theta(t) = \frac{\int_{E_-} \rho(dx) \int_{E_+} \overline{F}_y(t) P(x, dy)}{\int_{E_-} P(x, E_+) \rho(dx)}, \quad (3)$$

где $\rho(dx)$ — стационарное распределение вложенной цепи Маркова $\{\xi_n, n \geq 0\}$, $P(x, dy)$ — вероятности переходов ВЦМ, $F_y(t)$ — ФР времени пребывания в состоянии y .

Чтобы воспользоваться формулой (3) необходимо знать стационарное распределение ВЦМ $\{\xi_n, n \geq 0\}$. С этой целью опишем вероятности переходов ВЦМ:

$$\begin{aligned}
p_{20x}^{21y} &= f_2(x-y), \quad 0 < y < x, \quad p_{20x}^{31y} = f_2(x+y), \quad y > 0, \quad p_1^{20x} = 1, \quad p_{20x}^{21y} = f_2(x-y), \quad 0 < y < x, \\
p_{30x}^{21y} &= f_3(x+y), \quad y > 0, \quad p_{31x}^{1y} = f_2(t), \quad p_{31x}^{30x} = 1.
\end{aligned}$$

Обозначим через $\rho_1(x), \rho_{20}(x), \rho_{21}(x), \rho_{30}(x), \rho_{31}(x)$ плотности стационарного распределения для состояний $1x, 20x, 21x, 30x, 31x$ соответственно. Система интегральных уравнений для плотностей стационарных распределений будет иметь вид:

$$\begin{cases}
\rho_{21}(x) = \int_x^\infty f_2(y-x) \rho_{20}(y) dy + \int_0^\infty f_3(x+y) \rho_{30}(y) dy, \\
\rho_{31}(x) = \int_x^\infty f_3(y-x) \rho_{30}(y) dy + \int_0^\infty f_2(x+y) \rho_{20}(y) dy, \\
\rho_1(x) = \rho_{20}(x) = \rho_{21}(x), \rho_{30}(x) = \rho_{31}(x), \\
\int_0^\infty (\rho_1(x) + \rho_{20}(x) + \rho_{21}(x) + \rho_{30}(x) + \rho_{31}(x)) dx = 1.
\end{cases}$$

Известно, что решение этой системы определяется формулами [6]:

$$\rho_{20}(x) = \rho_{21}(x) = \rho_1(x) = \rho_0 \overline{F}_3(x), \quad \rho_{30}(x) = \rho_{31}(x) = \rho_0 \overline{F}_2(x),$$

где постоянная ρ_0 находится в явном виде из условия нормировки.

Окончательно выражение для функции $\overline{F}_\theta(t) = 1 - F_\theta(t)$ запишется как

$$\overline{F}_\theta(t) = \frac{1}{M\alpha_2} \left(\overline{F}_2(t) \int_0^t \overline{F}_3(x) F_1(t-x) dx + \int_0^t \overline{F}_3(x) F_1(t-x) dx \int_x^t f_2(s) \overline{G}_3(t-s) ds + \right. \\
\left. + \int_0^\infty \overline{F}_3(z) \left[1 - \int_0^t F_1(x) f_2(t-x) dx \right] dz + \right. \\
\left. + \sum_{n=10}^\infty \int_0^t \overline{F}_3(x) F_1(t-x) dx \int_x^t f_2(s) F_3^{*(n)}(s-x) ds \int_s^t g_3^{*(n)}(y-s) \overline{G}_3(t-y) dy \right). \quad (4)$$

Численное моделирование выражения (4) приведено на рисунке 7. Моделирование производилось при условиях, что математическое ожидание времени наработки на отказ 4,1 ч, дисперсия 8,4, математическое ожидание времени восстановления устройства обработки 0,44 ч, дисперсия 0,064, математическое ожидание времени сбора данных 0,35 ч, дисперсия 0,04, математическое ожидание обработки гидрометеорологических данных 0,34 ч, дисперсия 0,038. Принято, что $F_1(t), F_2(t), G_3(t)$ распределены по закону Эрланга 3-го порядка, $F_3(t)$ — распределена по закону Эрланга 2-го порядка.

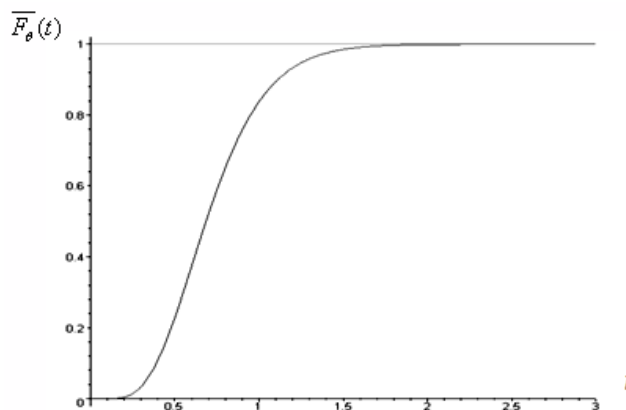


Рисунок 7 – Численное моделирование ФР среднего времени цикла обслуживания порции данных для распределения Эрланга

Для подсистемы обработки данных (рисунке 5, б), граф которой изображен на рисунке 8, получено математическое ожидание $M\theta$ функции распределения времени цикла сбора и передачи информации, которое определяется выражением

$$M\theta = \int_0^{\infty} \bar{\Phi}_{11}(t) dt = M\alpha_1 \left(1 + \int_0^{\infty} f_2(s) H_1(s) ds \right), \quad (5)$$

где $\bar{\Phi}_{11}(t)$ — функция распределения (ФР) времени пребывания полумарковского процесса (ПМП) $\xi(t)$ в работоспособном состоянии; время обработки данных на некотором технологическом устройстве — случайная величина (СВ) α_1 с ФР $F_1(t)$; время сбора группы данных с устройства передачи данных — СВ α_2 с ФР $F_2(t)$. СВ α_1, α_2 предполагаются независимыми, имеющими конечные математические ожидания и дисперсии; у ФР $F_1(t), F_2(t)$ существуют плотности $f_1(t), f_2(t)$; $h_1(y) = \sum_{n=1}^{\infty} f_1^{*(n)}(y)$ — плотность функции восстановления $H_1(y)$, порожденной ФР $F_1(y)$.

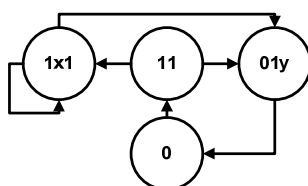


Рисунок 8 – Граф состояний укрупненной унифицированной информационной системы

При определении ФР $F_{\theta_1}(t)$ СВ θ_1 — времени простоя устройства сбора информации вне зависимости от начального состояния, проведена операция усреднения по формуле (3).

Таким образом, $\bar{F}_{\theta}(t) = \int_0^{\infty} f_2(y) \bar{V}_1(y, t) dy$. Математическое ожидание времени простоя устройства сбора информации определяется выражением

$$M\theta_1 = \int_0^{\infty} \bar{F}_{\theta}(t) dt = M\alpha_1 \left(1 + \int_0^{\infty} f_2(y) H_1(y) dy \right) - M\alpha_2, \quad (6)$$

где $H_2(y)$ — функция восстановления.

Для случая блокировки устройств построена следующая модель [5]. Рассматривается унифицированная информационная мониторинговая система, которая содержит два устройства. Устройство 1 (обработки данных запроса от пользователя) работает постоянно, вне зависимости от устройства 2, граф этой системы изображен на рисунке 7.

Для описания функционирования системы используем ПМВ $\{\xi_n, \theta_n; n \geq 0\}$ и соответствующий ему ПМП $\xi(t)$ с состояниями: 0 — мгновенное состояние; 11 — оба устройства (1 и 2): формирования запроса пользователя и обработки данных в запросе начали работать; 1x1 — устройство 1 обработки запроса начинает работать, а устройство 2 сбора данных (формирования запроса) продолжает работу, до окончания его работы осталось время x ; 01y — устройство 2 сбора данных (формирования запроса) заканчивает работу и простаивает, а до окончания работы устройства 2 осталось время y . Устройство 2 блокируется устройством 1 (ждет момента окончания обслуживания на устройстве 1 и далее оба устройства начинают работать вместе). С вероятностью p устройство 2 работает корректно, а с вероятностью $(1-p)$ устройство сбора данных даст сбой и начнет повторный сбор данных (формирование запроса). В момент начала повторного обслуживания оба устройства начинают также работать вместе. На рисунке 9 представлен граф состояний системы.

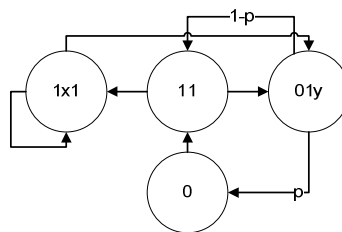


Рисунок 9 – Граф состояний укрупненной информационной системы с блокировками

Допущения: предполагается, что информация с устройства 2 на устройство 1 передается мгновенно, а устройство 1 считается абсолютно надежным, так как в системе имеется аппаратное резервирование, устройство 2 может давать сбои.

Применяя описанную выше технологию, составим систему уравнений:

$$\begin{cases} \bar{\Phi}_{11}(t) = \int_0^t \int_0^\infty f_1(x+s) f_2(s) \bar{\Phi}_{1x1}(x, t-s) dx ds + \int_0^t \int_0^\infty f_1(s) f_2(y+s) \bar{\Phi}_{01y}(y, t-s) dy ds + \bar{F}_1(t) \bar{F}_2(t), \\ \bar{\Phi}_{1x1}(x, t) = \int_0^t \int_0^\infty f_2(x-v) 1_{x-v}(ds) \bar{\Phi}_{1v1}(v, t-s) dv + \int_0^t \int_0^\infty f_2(x+y) 1_x(ds) \bar{\Phi}_{01y}(y, t-s) dy + \bar{1}_x(t) \bar{F}_2(t), \\ \bar{\Phi}_{01y}(y, t) = (1-p) \bar{\Phi}_{11}(t-y) + p \bar{1}_y(t). \end{cases}$$

Решая эту систему уравнений, окончательно имеем:

$$\begin{aligned} \bar{\Phi}_{1x1}(x, t) = & (1-p) \int_0^{t-x} f_2(x+y) \bar{\Phi}_{11}(t-x-y) dy + p \bar{F}_2(t) + \\ & + (1-p) \int_0^x h_2(x-v) dv \int_0^{t-x} f_2(v+y) \bar{\Phi}_{11}(t-x-y) dy + p \int_0^x \bar{F}_2(t-x+v) h_2^{*n}(x-v) dv, \end{aligned} \quad (7)$$

где $h_2(y) = \sum_{n=1}^{\infty} f_2^{*(n)}(y)$ — плотность функции восстановления $H_2(y)$, порожденной $F_2(y)$.

Соответствующее математическое ожидание СВ $\bar{\Phi}_{1x1}(x, t)$:

$$M[k] = \int_0^\infty \bar{K}(s) ds = M\alpha_1 + M\alpha_2 - M[\alpha_1 \wedge \alpha_2] + \int_0^\infty ds \int_0^s f_1(y) dy \int_0^y f_2(\sigma) \bar{V}_2(y-\sigma, s-y) d\sigma.$$

Исходя из произведенных построений, математическое ожидание случайной величины $\bar{\Phi}_{1,1}(x, t)$, определяющей функцию распределения времени, затрачиваемого вторым устройством на сбор информации от пользователя во время формирования запроса на обработку или востребование данных с учетом его блокировок первым устройством и возможным повторным сбором данных с устройств предварительной обработки, имеет вид:

$$M[k] = M\alpha_2 \left[P(\alpha_2 < \alpha_1) + \int_0^{\infty} f_2(\sigma) d\sigma \int_0^{\infty} f_1(\sigma + s) H_2(s) ds \right] - M\alpha_1 + M(\alpha_1 \wedge \alpha_2). \quad (8)$$

Для сложной системы с четким структурным дифференцированием, целесообразно оценивать минимальный допустимый уровень показателя эффективности системы, Ed^* , для каждой структурной единицы. Это приведет к ансамблю ограничений, выраженному множеством прямых на графике (рисунок 10). Диапазоны варьирования времен начала реинжиниринга имеют место вдоль горизонтальной оси t , в зависимости от различных k : $(t_1^1 | E_{\min}^1, k_3)$, $(t_2^1 | E_{\min}^1, k_2)$, ..., $(t_4^1 | E_{\min}^1, k_0)$. Вдоль вертикальной оси варьируются эффективности различных компонентов системы, чем в свою очередь, определяются времена начала реинжиниринговых процедур, в зависимости от интенсивности вложений k , либо интенсивности вложений в зависимости от времени начала реинжиниринга.

Теоретический диапазон гибкости реинжиниринга иллюстрируется как площадь треугольника, т.е.

$$S_{R(ABC)} = \frac{1}{2} (E_o - E_{\min}^*) (T_{opt} - t_m),$$

где E_o — исходный интегральный показатель эффективности системы, заложенный при построении системы; $E_{\min}$ — минимально допустимый интегральный показатель эффективности системы; $(T_{opt} - t_m)$ — разность между оптимальным запланированным временем функционирования системы и временем начала морального устаревания системы. Физически $S_{R(ABC)}$ представляет собой количественно определенную возможность варьирования характеристик эффективности системы.

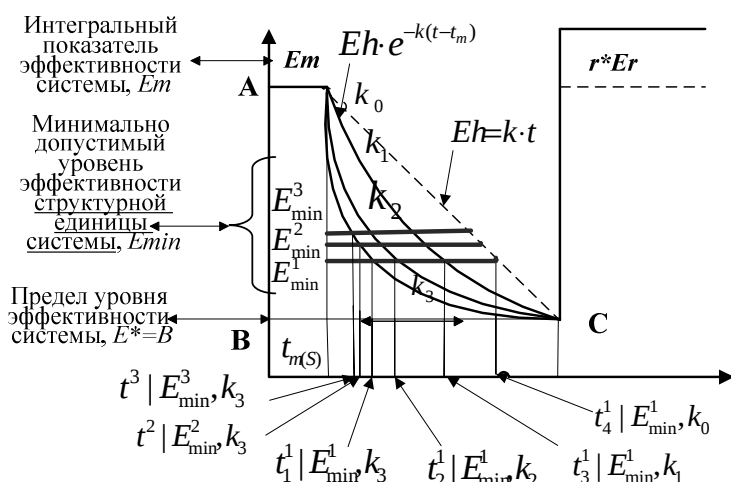


Рисунок 10 – Схема реализации модели совершенствования системы в случае дифференцирования минимально допустимого уровня эффективности по структурным компонентам системы

Таким образом, полученные выражения для структурных компонент АИС могут быть использованы в качестве предельных значений эффективности этих подсистем при принятии решения о реинжиниринге системы в целом.

Заклучение, выводы, дальнейшие направления исследований. Представлена модель управления развитием системы на основе реинжиниринга и постоянного совершенствования. Новизной реализации данного подхода является учет стоимостных вложений на этапе функционирования системы после начала морального устаревания и соотнесение этих затрат с эффективностью постоянного совершенствования системы на основе оценки изменения средних времен циклов системы.

Суммарный объем усилий (финансовых, интеллектуальных, творческих) на постоянное совершенствование определяет в том числе время начала и глубину проникновения реинжиниринговых процедур, что означает возможность экономии на тех же факторах при революционном скачке

модернизации системы. Интересным в этой связи представляется определение долевого участия каждого из видов усилий при постоянном совершенствовании АИС.

Библиографический список использованной литературы

1. Александров В.В. Развивающиеся системы. В науке, технике, обществе и культуре. Теория систем и системное моделирование / В.В. Александров. — СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. — 243 с.
2. Кузнецов С. Адаптивные системы и модели времени выполнения. Обзор октябрьского 2009 г. номера журнала Computer (IEEE Computer Society, V. 42, No 10, Октябрь, 2009) / С. Кузнецов // Шестнадцатая техническая конференция «Корпоративные БД-2011», Москва, 14–15 апреля. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://citforum.ru/computer/2009—10/>. — Загл. с экрана.
3. Киселев О.И. Метод определения предельно допустимых временных параметров жизненного цикла РЭС / О.И. Киселев, С.Н. Остапенко // Радиотехника. — 1997. — № 5. — С. 64–67.
4. Анализ модели функционирования системы сбора и обработки гидрометеорологических данных / Ю.В. Доронина, В.Я. Копп, Ю.Е. Обжерин, А.И. Песчанский // Оптимизация производственных процессов: сб. науч. тр. — Севастополь: СевНТУ, 2011. — Вып.13. — С. 30–35.
5. Полумарковская модель информационной системы сбора и обработки данных с учетом блокировок устройств / Ю.В. Доронина, В.Я. Копп, Ю.В. Обжерин, А.И. Песчанский, В.В. Скалозуб // Системные технологии: региональный межвуз. сб. науч. тр. — Днепропетровск, 2011. — Вип. 3 (74). — С. 66–71.
6. Королук В.С. Полумарковские процессы и их приложения / В.С. Королук, А.Ф. Турбин. — К.: Наук. думка, 1976. — 181 с.

Поступила в редакцию 12.12.2012 г.

Дороніна Ю.В., Копп В.Я., Заморьонов М.В. Підвищення ефективності функціонування автоматизованих інформаційних систем на основі планування процедур їхнього вдосконалення

Розглянуто принципи підвищення ефективності функціонування автоматизованих інформаційних систем на основі аналізу часу початку їх реінжинірингу, а також планування процедур вдосконалення в цілому.

Ключові слова: інформаційна система, реінжиніринг, вдосконалення, побудова систем.

Doronina J., Kopp V., Zamoryonov M. Increase of efficiency of functioning for the automated informative systems on basis of planning procedures of their perfection

Principles of increase of efficiency of functioning of the automated informative systems are examined on the basis of analysis of time began them reengineering, and also planning of procedures of perfection as a whole.

Keywords: information system, reengineering, perfection of the system, construction of the systems.