

9. Дипстратен Г. Как справиться с примесями при пайке волной припоя / Г. Дипстратен // SMT Эксперт: Электрон. журнал. — 2011. — Вып. 9 — С. 80 — 90.
10. Установка пайки ERSA ETS-250. Руководство оператора. ERSA Loettechnik GmbH. Перевод и переработка, ред. 1 ЗАО Предприятие «ОСТЕК». 2001. — 53 с.
11. Медведев А.М. Сборка и монтаж электронных устройств / А.М. Ларин — М.: Техносфера, 2007. — 256 с.

Obzherin Yu.E., Nikishenko A.N. Efficiency parameters of functioning of complex systems taking into account the condition monitoring of components

The main parameters of reliability and cost-effectiveness of the multi-component system with hidden failures and the condition monitoring of components are found. The process of functioning of the wave soldering machine is described.

Keywords: latent failure, control, semi-Markov model.

Обжерін Ю.Є., Нікішенко О.М. Параметри ефективності функціонування складних систем з покомпонентним контролем технічного стану

Визначені основні параметри надійності та економічної ефективності функціонування багатокомпонентної системи з прихованими відмовами з урахуванням проведення покомпонентного контролю. Отримані параметри дозволили описати процес функціонування установки пайки хвилею припою.

Ключові слова: прихована відмова, контроль, напівмарківська модель.

УДК 004.832.3

Е.Н. Машенко, доц., канд. техн. наук

В.И. Шевченко, канд. техн. наук

В.С. Ловягин, канд. техн. наук

Севастопольский национальный технический университет

ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053

E-mail: kvf.sevntu@gmail.com

Ю.В. Сосновский, доц., канд. техн. наук

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского

пр. Вернадского 4, г. Симферополь, Россия, 295000

МЕТОДОЛОГИИ АНАЛИЗА ПРОЦЕССОВ АУДИТА ИТ-СЕРВИСОВ И ОЦЕНКИ ПОТРЕБНОСТИ В ИТ-РЕСУРСАХ НА ОСНОВЕ ПОЛУМАРКОВСКОЙ МОДЕЛИ⁴

Рассмотрена актуальная проблема управления качеством сервис – ориентированных систем. Проведено формальное описание процессов аудита ИТ-сервисов и оценки потребности в ИТ- ресурсах сервис – ориентированных систем на основе полумарковских процессов с общим фазовым пространством состояний. Предложена комплексная полумарковская модель, описывающая процесс принятия решений по организации аудита ИТ-сервисов согласно концепциям методологии Cobit. Получены выражения для нахождения средних времен обслуживания запросов пользователей на проведение аудита по классам сервис-ориентированных систем, вероятностей классификации сервис-ориентированных систем на отдельных уровнях принятия решений.

Ключевые слова: сервис-ориентированные системы, ИТ-сервисы, ИТ – процессы, ИТ-ресурсы, аудит, методология Cobit, принятие решений, полумарковская модель.

Введение. Современные тенденции развития информационных технологий (ИТ) обуславливают широкое распространение сервис-ориентированных информационных систем. Важным аспектом обеспечения их функционирования, в связи с повышенными требованиями к параметрам качества КРІ (Key Performance Indicators) [1], является периодический аудит этих систем и оценка потребностей в ИТ-ресурсах. Аудит информационных систем - это системный процесс получения и оценки объективных данных о текущем состоянии информационной системы, действиях и событиях, происходящих в ней, устанавливающий уровень их соответствия определенным критериям и предоставляющий результаты заказчику [2]. В настоящее время в качестве открытого стандарта де факто используется методология Cobit [2], которая позволяет организовать единый подход к сбору, анализу информации, подготовке выводов и заключений на всех этапах управления, контролю и аудиту ИТ, предоставляет возможность сравнения существующих ИТ-процессов с лучшими отраслевыми практиками. Принципы аудита Cobit в

⁴ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-47-01047).

большей степени ориентированы на аудит ИТ-процессов, чем на аудит конкретных функций или приложений. Методология CobiT обобщает высокоуровневые цели контроля (определенные для ИТ-процессов организации), которые охватывают все параметры информационных систем и применяемых информационных технологий, учитывают жизненный цикл процессов и технологий и специфические задачи, решаемые ИТ.

Объектом исследований являются процессы аудита ИТ-сервисов и оценки потребности в ИТ-ресурсах сервис-ориентированных систем.

Целью исследований является улучшение характеристик качества процессов аудита ИТ-сервисов на основе формализации с использованием теории полумарковских процессов с общим фазовым пространством.

Постановка задачи. В качестве подхода для организации процессов аудита и последующего реинжиниринга сервис-ориентированных систем авторами предлагается комплекс информационных технологий поддержки принятия решений по управлению процессом аудита, структурная схема которого приведена на рисунке 1.

Процесс аудита ИТ-сервисов и оценки потребностей в ИТ-ресурсах включает в себя четыре основных этапа: 1) заказчик обращается в систему с запросом на проведение аудита ИТ-сервисов; 2) система аудита, применяя методики стандарта CobiT, проводит аудит ИТ-ресурсов, определяет значения метрик качества сервисов и степень автоматизации бизнес-процессов; выполняет классификацию сервис-ориентированной системы по степени автоматизации бизнес-процессов; 3) система поддержки принятия решений, в зависимости от результатов аудита, предлагает один из следующих вариантов реинжиниринга сервис-ориентированной системы: а) применение альтернативных технологий обработки информации при высокой степени автоматизации бизнес-процессов и недостаточном уровне значений метрик качества; б) внедрение новой специализированной информационной системы либо типового решения при низкой степени автоматизации бизнес-процессов; в) реинжиниринг существующих информационно-вычислительных ресурсов и/или приложений при достаточной степени автоматизации бизнес-процессов; 4) выполняются работы по извещению заказчика о результатах аудита.

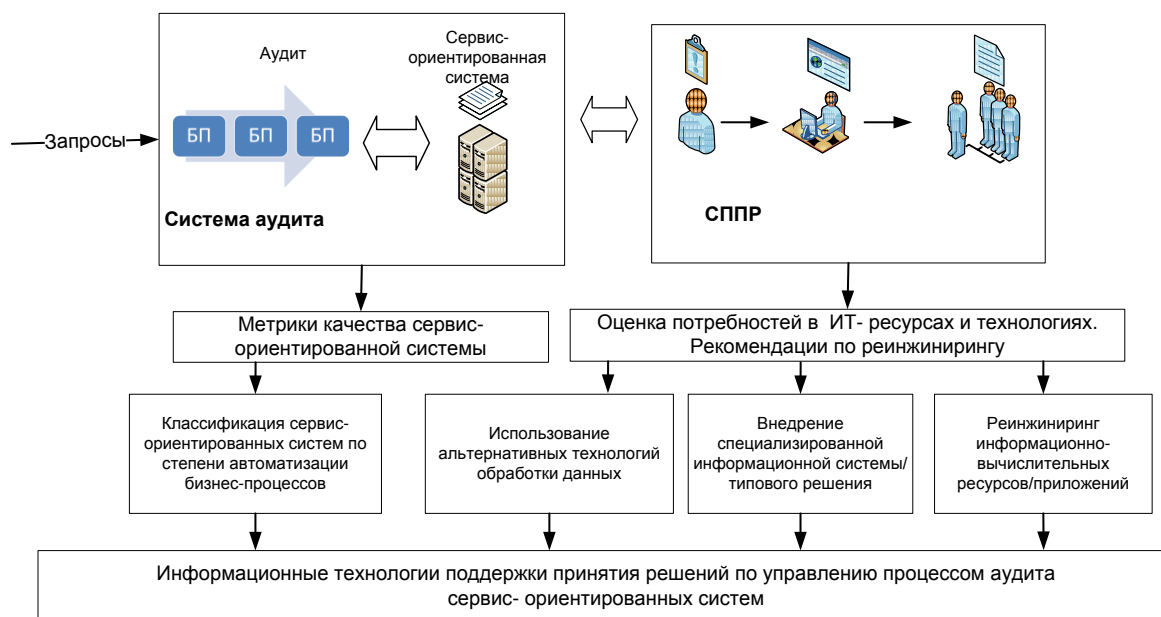


Рисунок 1 — Схема комплекса информационных технологий поддержки принятия решений по управлению процессом аудита сервис-ориентированных систем

Задача заключается в построении полумарковской модели процессов аудита и оценки потребностей в ИТ-ресурсах и нахождении следующих характеристик - средних времен обслуживания запросов пользователей по классам. Методика построения полумарковских моделей приведена в [3].

Описание модели. Рассмотрим процесс аудита и оценки потребностей в ИТ-ресурсах как случайный процесс общего вида. Все случайные величины (СВ) этого процесса имеют функции распределения (ФР) общего вида. Каждая СВ отображает определенную стадию бизнес-процесса аудита

аудита и оценки потребностей в ИТ-ресурсах. В начальный момент времени система аудита находится в состоянии готовности к приему запросов на обслуживание.

Введем следующую кодировку состояний процесса аудита и оценки потребностей в ИТ-ресурсах: $i\ j\ k$; где i – индикатор степени автоматизации бизнес-процессов в сервис-ориентированной системе; $i = \{0; 1; 2; 3\}$; $i = 0$ – степень автоматизации не определена; $i = 1$ – низкая степень автоматизации; $i = 2$ – достаточная степень автоматизации; $i = 3$ – высокая степень автоматизации; j – индикатор уровня принятия решений по запросу в структуре системы поддержки принятия решений, $j = \{1; 2; 3\}$; $j = 1$ – обращение с запросом на аудит в подсистему аудита (первый уровень – проведение аудита); $j = 2$ – передача запроса на обработку в систему поддержки принятия решений (второй уровень – оценка потребностей в ИТ-ресурсах); $j = 3$ – выработка рекомендаций по реинжинирингу (третий уровень принятия решений); k – индикатор рекомендованной технологии реинжиниринга; $k = \{0; 1; 2; 3; 4; 5\}$; $k = 0$ – технология не определена; $k = 1$ – использование альтернативных технологий обработки данных; $k = 2$ – внедрение специализированной информационной системы; $k = 3$ – внедрение типового программного решения; $k = 4$ – реинжиниринг существующих информационно-вычислительных ресурсов; $k = 5$ – реинжиниринг приложений.

Процесс обработки запросов на аудит и оценки потребностей в ИТ-ресурсах описывается следующими полумарковскими состояниями: 1) 010 – запрос поступил в систему аудита, степень автоматизации бизнес-процессов не определена, рекомендованная технология реинжиниринга не определена; 2) 020 – проведен аудит, определены метрики качества, запрос передан в систему поддержки принятия решений для дальнейшей классификации; 3) 130 – проведена классификация, определен низкий уровень автоматизации бизнес-процессов; 4) 230 – проведена классификация, определен достаточный уровень автоматизации бизнес-процессов; 5) 330 – проведена классификация, определен высокий уровень автоматизации бизнес-процессов; 6) 132 – принято решение о внедрении специализированной информационной системы; 7) 133 – принято решение о внедрении типового программного решения; 8) 234 – принято решение о реинжиниринге существующих информационно-вычислительных ресурсов; 9) 235 – принято решение о реинжиниринге приложений; 10) 331 – принято решение об использовании альтернативных технологий обработки информации.

Таким образом, пространство состояний E процесса аудита и оценки потребностей в ИТ-ресурсах имеет вид:

$$E = \{010, 020, 130, 230, 330, 132, 133, 234, 235, 331\}.$$

При поступлении запроса на аудит дальнейшее функционирование системы определяется следующими временами: 1) время аудита – СВ α_1 с ФР $F_1\{\alpha_1 \leq t\}$; 2) время принятия решений (ВПР) по результатам аудита о низкой степени автоматизации бизнес-процессов – СВ α_2 с ФР $F_2\{\alpha_2 \leq t\}$; 3) ВПР по результатам аудита о достаточной степени автоматизации бизнес-процессов – СВ α_3 с ФР $F_3\{\alpha_3 \leq t\}$; 4) ВПР по результатам аудита о высокой степени автоматизации бизнес-процессов – СВ α_4 с ФР $F_4\{\alpha_4 \leq t\}$; 5) ВПР об использовании альтернативных технологий обработки данных – СВ β_1 с ФР $G_1\{\beta_1 \leq t\}$; 6) ВПР о рекомендации внедрения специализированной информационной системы – СВ β_2 с ФР $G_2\{\beta_2 \leq t\}$; 7) ВПР о рекомендации внедрения типового решения – СВ β_3 с ФР $G_3\{\beta_3 \leq t\}$; 8) ВПР о реинжиниринге существующих информационно-вычислительных ресурсов – СВ β_4 с ФР $G_4\{\beta_4 \leq t\}$; 9) ВПР о реинжиниринге приложений – СВ β_5 с ФР $G_5\{\beta_5 \leq t\}$; 10) время извещения заказчика о результатах аудита – СВ γ_1 с ФР $H_1\{\gamma_1 \leq t\}$.

Граф состояний и переходов процесса аудита и оценки потребностей в ИТ-ресурсах приведен на рисунке 2.

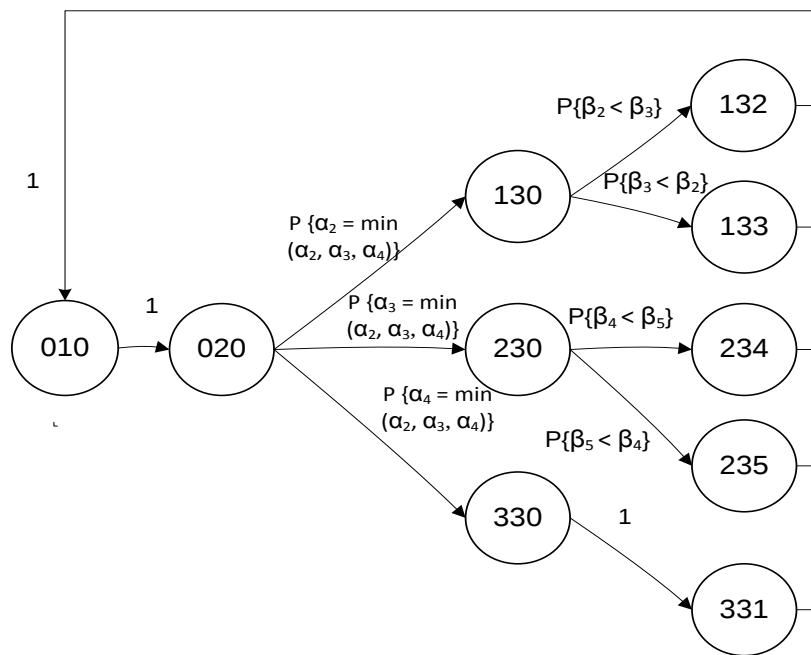


Рисунок 2 - Граф состояний и переходов процесса аудита и оценки потребностей в ИТ-ресурсах.

Определим времена пребывания в состояниях системы:

$$\theta_{020} = \min\{\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4\}; \theta_{130} = \min\{\beta_2, \beta_3\}; \theta_{230} = \min\{\beta_4, \beta_5\};$$

$$\theta_{010} = \alpha_1; \quad \theta_{330} = \beta_1; \quad \theta_{132} = \theta_{133} = \theta_{234} = \theta_{235} = \theta_{331} = \gamma_1.$$

Таким образом, мы получили стохастическое задание полумарковского случайного процесса аудита и оценки по потребностей в ИТ-ресурсах.

На основе построенной модели можно определить следующие характеристики: 1) P_1 – стационарная вероятность того, что процесс аудита определит низкую степень автоматизации бизнес-процессов организации; 2) P_2 – стационарная вероятность того, что процесс аудита определит достаточную степень автоматизации бизнес-процессов организации; 3) P_3 – стационарная вероятность того, что процесс аудита определит высокую степень автоматизации бизнес-процессов организации; 4) $\bar{T}_1$ – среднее время аудита и принятия решения по реинжинирингу организации с низкой степенью автоматизации бизнес-процессов; 5) $\bar{T}_2$ – среднее время аудита и принятия решения по реинжинирингу организации с достаточной степенью автоматизации бизнес-процессов; 6) $\bar{T}_3$ – среднее время аудита и принятия решения по реинжинирингу организации с высокой степенью автоматизации бизнес-процессов.

Определим следующие подмножества состояний: 1) E_1 – подмножество состояний, в которых происходит цикл аудита и принятия решений по реинжинирингу организации с низкой степенью автоматизации бизнес-процессов; $E_1 = \{010, 020, 130, 132, 133\}$; 2) E_2 – подмножество состояний, в которых происходит цикл аудита и принятия решений по реинжинирингу организации с достаточной степенью автоматизации бизнес-процессов; $E_2 = \{010, 020, 230, 234, 235\}$; 3) E_3 – подмножество состояний, в которых происходит цикл аудита и принятия решений по реинжинирингу организации с высокой степенью автоматизации бизнес-процессов; $E_3 = \{010, 020, 330, 331\}$. Тогда искомые характеристики на основе первого фрагмента полумарковской модели определяются следующим образом:

$$P_1 = \bar{T}_1 / \bar{T} = \sum_{i \in E_1} \bar{T}_i / \bar{T} \quad (1)$$

$$P_2 = \bar{T}_2 / \bar{T} = \sum_{i \in E_2} \bar{T}_i / \bar{T} \quad (2)$$

$$P_3 = \bar{T}_3 / \bar{T} = \sum_{i \in E_3} \bar{T}_i / \bar{T} \quad (3)$$

где $\bar{T}_i$ – средние времена пребывания в состояниях заданного подмножества; $\bar{T}$ – среднее время функционирования процесса от события поступления запроса на аудит до следующего такого же события. Средние времена аудита и принятия решений определяются числителями формул (1) – (3) соответственно.

Экспериментальные исследования. Ввиду сложности получения аналитических выражений для искомых характеристик расчет проводился с использованием следующего алгоритма имитационного моделирования полумарковских процессов:

1. Выбирается начальное состояние системы $S_k = S_n$. Время моделирования устанавливается в ноль.

2. С помощью генератора псевдослучайных чисел генерируются случайные величины (СВ) α_{kr} с заданным законом распределения (случайные факторы, влияющие на время пребывания в данном состоянии); СВ α_{kr} определяет время до перехода из состояния k в состояние r .

3. Выбирается $\min\{\alpha_{kr}\}$ – минимальный случайный фактор, который и будет равен времени пребывания в данном состоянии; время моделирования увеличивается на величину $\min\{\alpha_{kr}\}$: $t_{\text{мод}} = t_{\text{мод}} + \min\{\alpha_{kr}\}$.

4. Система переходит из состояния k в состояние r : $S_k \rightarrow S_r$.

П.п. 2-4 повторяются до тех пор, пока время моделирования не превысит конечного значения П.п. 2-4 повторяются до тех пор, пока время моделирования не превысит конечного значения.

Входные параметры для моделирования, полученные на основе анализа статистики в базе знаний автоматизированной системы аудита и оценки потребностей в ИТ-ресурсах, приведены в таблице 1

Таблица 1 – Входные параметры модели

СВ	Среднее (дней)	ЗР	Описание СВ
α_1	7	Э	время аудита
α_2	2	Э	ВПр по результатам аудита о низкой степени автоматизации бизнес-процессов
α_3	2	Э	ВПр по результатам аудита о достаточной степени автоматизации бизнес-процессов
α_4	2	Э	ВПр по результатам аудита о высокой степени автоматизации бизнес-процессов
β_1	2	Э	ВПр об использовании альтернативных технологий обработки данных
β_2	3	T(2,4)	ВПр о рекомендации внедрения специализированной информационной системы
β_3	3	T(2,4)	ВПр о рекомендации внедрения типового решения
β_4	2	T(1,3)	ВПр о реинжиниринге существующих информационно-вычислительных ресурсов
β_5	2	T(1,3)	ВПр о реинжиниринге приложений
γ_1	1	P(0.5,1.5)	время извещения заказчика о результатах аудита

В таблице приняты следующие обозначения: 1) для законов распределения (ЗР): Э – экспоненциальное; T(A,B) – треугольное с параметрами A,B; P(A,B) – равномерное с

параметрами A,B; 2) время принятия решения – ВПР. Результаты моделирования приведены в таблице 2.

Была проведена вторая группа экспериментов (рисунок 3): исследовалось влияние входных параметров на вероятности классификации сервис-ориентированных систем. Исследования проводились при изменении временных параметров принятия решений в интервале [5,30] дней.

Таблица 2 – Результаты моделирования

P	Значение	T	Значение, дней
P ₁	0,385	$\bar{T}_1$	13,36
P ₂	0,467	$\bar{T}_2$	12,18
P ₃	0,148	$\bar{T}_3$	11,47

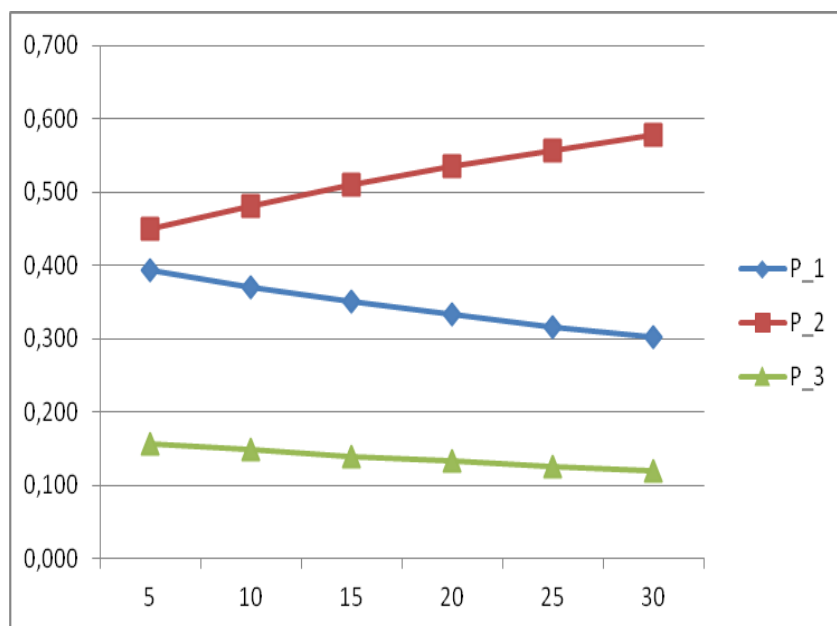


Рисунок 3 - Графики зависимости вероятностей классификации от входных параметров модели

Вывод. Таким образом, авторами построена комплексная полумарковская модель, описывающая процессы сервисного обслуживания в системе Service Desk. Получены выражения для нахождения следующих характеристик: средних времен аудита и принятия решения по реинжинирингу организаций различных классов, вероятностей классификации сервис-ориентированных систем на отдельных уровнях принятия решений.

Перспективами дальнейших исследований является планирование и проведение экспериментов на основе других фрагментов модели. Полученные результаты могут быть использованы в системах поддержки принятия решений для оценки качества функционирования систем аудита ИТ-сервисов и оценки потребности в ИТ-ресурсах сервис-ориентированных систем.

Библиографический список использованной литературы

1. Брукс П. Метрики для управления ИТ-услугами: пер. с англ. [Текст] / Питер Брукс. – М: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 283 с.
2. Гузик С. Стандарт CobIT. Управление и аудит информационных технологий. Особенности проведения внешнего аудита ИТ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://citforum.ck.ua/consulting/standart_cobit/article1.1.200331.html – Дата доступа: 5.12.2014. – Название с экрана.
3. Королук В.С. Стохастические модели систем [Текст] / В.С. Королук. – К.: Наук. думка, 1989. – 208 с.

Mashchenko E.N., Shevchenko V.I., Lovyagin V.S., Sosnovskij Y.V. Methodologies of analysis of the audit process of IT services and needs assessment of IT resources based on semi-Markov model.

Actual problems of quality management service-oriented systems was considered. A formal description of the audit processes of IT services and assess the need for IT resources service - oriented systems, based on semi-Markov processes with common phase space of states, was conducted. A complex semi-Markov model, describing the process of decision-making on the organization of the audit of IT services according to concepts of the methodology Cobit, was proposed. Next expressions were obtained: for finding of the average service time of user requests to audit classes for service-oriented systems, for finding of the classification probabilities service-oriented systems on individual decision-making levels.

Keywords: service-oriented systems, IT services, IT - processes, IT resources, audit, methodology Cobit, decision-making, semi-Markov model.

УДК 681.515

А.Н. Балабанов, канд. техн. наук

Севастопольский национальный технический университет

ул. Университетская 33, г. Севастополь, Россия, 299053

e-mail: alexey.balabanov83@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РЕЗОЛЬВЕНТЫ И УРАВНЕНИЯ БАССА В ЗАДАЧАХ ЛИНЕЙНО-КВАДРАТИЧЕСКОГО ОПТИМАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И СЛЕЖЕНИЯ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ПО НАБЛЮДАЕМОЙ ПЕРЕМЕННОЙ⁵

Рассматриваются особенности поиска стабилизирующего решения (СР) алгебраического уравнения Риккати (АУР) в задачах линейно-квадратического оптимального (ЛКО) регулирования и слежения с обратной связью по наблюдаемой переменной при применении метода резольвенты и уравнения Басса. Предлагаемые подходы легко алгоритмизируются, экономичны и применимы для организации параллельных вычислений.

Ключевые слова: линейно-квадратическая оптимизация, алгебраическое уравнение Риккати, метод резольвенты, уравнение Басса.

1. Постановка задачи. Рассматриваются линейные динамические объекты управления

$$\begin{cases} \dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}\mathbf{u}(t) + \mathbf{F}\mathbf{w}(t), & \mathbf{x}(0) = \mathbf{x}_0, \\ \mathbf{z}(t) = \mathbf{C}_1\mathbf{x}(t), \\ \mathbf{y}(t) = \mathbf{C}_2\mathbf{x}(t) + \mathbf{v}(t), \end{cases} \quad (1)$$

где $\mathbf{x}(t) \in R^n$, $\mathbf{u}(t) \in R^m$, $\mathbf{z}(t) \in R^{k_1}$, $\mathbf{y}(t) \in R^{k_2}$, $\mathbf{w}(t) \in R^{r_1}$, $\mathbf{v}(t) \in R^{r_2}$ соответственно векторы – состояния, управления, управляемых переменных, измеряемых переменных, внешних возмущений и ошибок измерений. Векторы $\mathbf{w}(t)$ и $\mathbf{v}(t)$ считаются стохастическими процессами, стационарными и некоррелированными типа белого шума с матрицами интенсивности $\mathbf{V}_1$ и $\mathbf{V}_2$ соответственно. $\mathbf{A}$, $\mathbf{B}$, $\mathbf{F}$, $\mathbf{C}_1$, $\mathbf{C}_2$ – заданные матрицы соответствующих размерностей. $\mathbf{x}_0$ – заданный вектор начальных состояний объекта (1).

В задаче линейно-квадратической гауссовой оптимизации [1] объекта (1) отыскивается управление $\mathbf{u}(t)$, минимизирующее функционал качества

$$J(\mathbf{u}) = E \left\{ \int_0^\infty [\mathbf{z}^T(t)\mathbf{M}\mathbf{z}(t) + \mathbf{u}^T(t)\mathbf{R}\mathbf{u}(t)] dt \right\} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где $E\{\cdot\}$ – операция математического ожидания, $\mathbf{M}$, $\mathbf{R}$ – заданные симметрические матрицы, $\mathbf{M} \geq 0$, $\mathbf{R} > 0$. Как известно [1], решение этой задачи является комбинация решений задач оптимального управления и оптимального восстановления (наблюдения). Управление может быть найдено в виде

$$\mathbf{u}(t) = -\mathbf{R}^{-1}\mathbf{B}^T\mathbf{X}\hat{\mathbf{x}}(t),$$

где $\mathbf{X}$ стабилизирующее решение (СР) алгебраического уравнения Риккати (АУР)

$$\mathbf{A}^T\mathbf{X} + \mathbf{X}\mathbf{A} + \mathbf{C}_1^T\mathbf{M}\mathbf{C}_1 - \mathbf{X}\mathbf{B}\mathbf{R}^{-1}\mathbf{B}^T\mathbf{X} = \mathbf{0}_{n_1, n_1},$$

$\hat{\mathbf{x}}(t)$ – выходная переменная оптимального наблюдателя

$$\dot{\hat{\mathbf{x}}}(t) = \mathbf{A}\hat{\mathbf{x}}(t) + \mathbf{B}\mathbf{u}(t) + \mathbf{L}(\mathbf{y}(t) - \mathbf{C}_2\hat{\mathbf{x}}(t)), \quad \hat{\mathbf{x}}(t_0) = \bar{\mathbf{x}}_0,$$

⁵ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-48-01598).