

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ОДИНОЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

Остроумов О. А.¹, Лепешкин О. М.², Синюк А. Д.³

DOI:10.21681/3034-4050-2026-4-49-57

Ключевые слова: функции и задачи системы, одиночный профиль функционирования, техническая система.

Аннотация

Цель работы: исследование подхода формализации процесса функционирования системы, выполняемых в ней задач, ее целевого предназначения в виде совокупности взаимосвязанных одиночных профилей ее функционирования.

Методы исследования: в работе используются методы теории графов, теории матриц, теории множеств.

Результаты исследования: в работе получена методика построения профилей функционирования системы. Полученные профили могут использоваться в системе управления для контроля выполнения регламентов в системе, выявлении критических элементов, влияющих на способность системы выполнить ее главную задачу.

Научная новизна работы заключается в предложенном одиночном профиле функционирования, который может использоваться при построении информационно-управляющей системы и контроле ее функционирования.

Введение

Структурная сложность современных технических систем определяется множеством ее элементов, разнесенных в пространстве, функциональная сложность – многозадачностью и наличием связей с другими системами. Наличие связей и потребность в выполнении задач системы определяют их критичность и необходимость обеспечения функциональной устойчивости [1, 2]. Нарушение функционирования таких систем может пагубно сказываться на жизни общества, отдельных отраслей промышленности и государства в целом, при этом, допустимая длительность не выполнения ими требуемого предназначения с каждым годом сокращается. Возникает необходимость обеспечения устойчивого функционирования сложных технических систем (СТС), что невозможно без знания о состоянии системы и ее элементов в любой момент времени [3, 4]. Для анализа поведения таких систем и обеспечения их устойчивого функционирования требуется построение моделей и формализации процесса их функционирования [5–7], при этом, для современных технических систем возникают сложности по их формализации из-за необходимости учета большого количества различных факторов, влияющих на процесс функционирования системы [2, 8, 9].

Для любой системы, в том числе информационно-управляющей системы (ИУС) характерно наличие частных задач, которых, как правило,

много, и главной задачи, которая бывает, как правило, она одна, но для некоторых сложных распределенных многофункциональных систем их может быть несколько. Совокупность (или одна) главных задач объединяют в виде целевого предназначения системы для достижения которого и функционирует система выполняя частные задачи и функции [10, 11]. Выполнение таких задач возможно только при наличии достаточного ресурсного обеспечения в системе. Системы, выполняющие одну цель, как правило, не представляют сложности [12, 13]. Развитие системы, появление новых многофункциональных элементов и связей, как внутренних, так и внешних формируют ее многоцелевую структуру [12–15].

К СТС можно отнести системы управления, связи, мониторинга и контроля состояния систем, автоматизированные системы управления, информационные и информационно-управляющие системы и др. [16–18]. Всех их объединяет трудность формализации процесса их функционирования. Увеличение сложности системы создает трудности при восприятии человеком процесса функционирования системы и обеспечения своевременной реакции на изменение состояния системы или возникновение предпосылок к нарушению их функционирования. Усложнение системы, многозадачность в ней, а также наличие большого количества внутренних и внешних связей и необходимость

¹ Остроумов Олег Александрович, кандидат технических наук, преподаватель кафедры Военной академии связи. Санкт-Петербург, Россия. E-mail: oleg-26stav@mail.ru

² Лепешкин Олег Михайлович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры Военной академии связи. Санкт-Петербург, Россия. E-mail: lepeskhin1@yandex.ru

³ Синюк Александр Демьянович, доктор технических наук, доцент Военной академии связи. Санкт-Петербург, Россия. E-mail: eentrop@rambler.ru

их учета, а также потребность в реакции на нарушения функционирования в режиме реального времени требует автоматизации процессов управления такими системами.

Для реализации адекватного цикла управления с возможностью быстрой реакции на изменения в системе осуществляется формализация главной задачи системы (ее целевого предназначения) [15, 19, 20]. В самом общем значении целью является состояние к которому направлено движение рассматриваемого объекта. В качестве цель может выступать пожелание перехода ИУС в состояние, определяемое как результат ее функционирования. Формализованная цель может выступать в качестве задания для системы контроля, определяемая как желаемый результат, к которому стремится СТС в своем движении.

Современные систем, выполняя известные цели, как правило, используют устоявшуюся известную структуру ИУС [21, 22]. Любая цель задается типом ранее сложившихся взаимодействий элементов системы. Сложности возникают при изменении цели, обстановки, потребностей вышестоящих систем. В этом случае требуется формирование новых целей и построение новой системы для достижения новых целей. Возникновение новой цели всегда обусловлено появлением проблемной ситуации, когда разрешить ее имеющимися средствами невозможно [17, 23–25].

Процесс функционирования системы неразрывно связан с взаимодействием ее с внешней и внутренней средой. При этом взаимодействие с другими системами осуществляется через входные и выходные характеристики, т.е. результаты функционирования ИУС могут использоваться другими системами, а также она может использовать результаты работы других систем, которые выступают для нее в качестве ресурса. Воздействие на систему дестабилизирующих факторов (ДФ) может приводить к нарушению структуры взаимодействия элементов ИУС и нарушению выполнения целей системы. При этом, степень последствий нарушения функционирования разных элементов системы различная, т.е. значение этих элементов для системы разное. Некоторые элементы становятся критически значимыми для системы [26–28].

Процесс функционирования технической системы будет определяться его структурой, позволяющей системе получить основные ресурсы, а также целевым предназначением и взаимосвязанными с ним функциями и задачами системы. Немаловажным элементом процесса функционирования системы выступает критерий

требования к системе, ее структуре, элементам структуры, целевому предназначению, функциям, задачам и ресурсам системы. Нарушение требований или снижение количественных показателей критериев оценки требований приводит к неэффективному функционированию системы или невозможности выполнить свое целевое предназначение. Для описания целевого предназначения ИУС предлагается использовать древовидную структуру зависимости между целями, функциями, требованиями и задачами системы.

Модель информационно-управляющей системы

Для описания функциональной характеристики системы воспользуемся моделью, представленной на рисунке 1 [29]. Каждый элемент модели может включать подэлементы: подцели, подфункции, подзадачи. Своевременное и правильное, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к системе, выполнение задач, функций и целей характеризует достижение целевого предназначения. Обеспечение функционирования системы осуществляется за счет ресурса, отсутствие или невозможность использования которого для выполнения текущих регламентов системы может приводить к нарушению устойчивого функционирования системы.

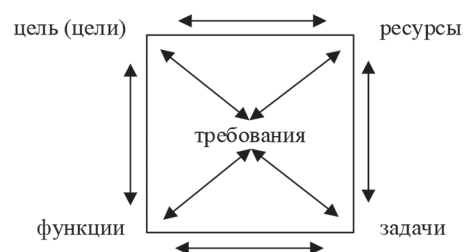


Рис. 1. Концептуальная модель процесса функционирования ИУС

Функционал системы опирается на ее структуру, описание которых будем осуществлять на основе теории графов и теории матриц [30].

Для примера, структуру системы можно представить в виде графа на рисунке 2. Вершины графа $\{X_1, \dots, X_{10}\}$ будут соответствовать элементам системы. При наличии связи в системе между элементами на графе структуры будут присутствовать ребра, показывающие эту связь. Полученный граф условно описывает любую СТС и не требует внесения дополнительных элементов в него. Структура и процесс функционирования большинства технических систем представляет собой иерархически устроенное образование с устоявшимися связями.

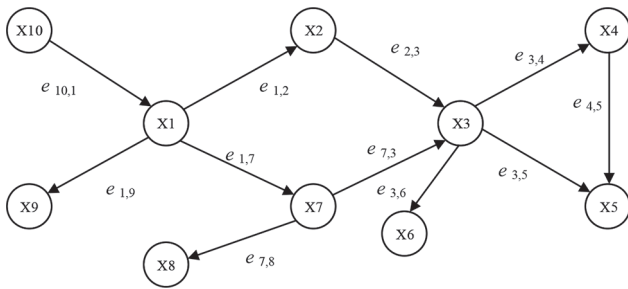


Рис. 2. Графическое представление структуры ИУС $W (G, L)$

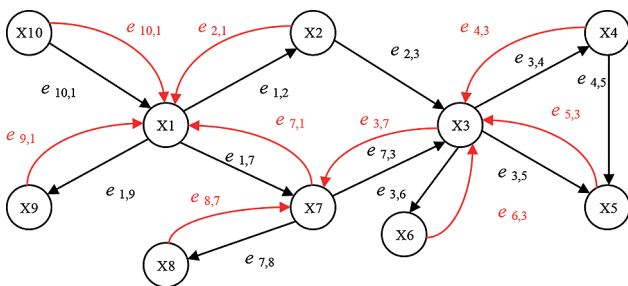


Рис. 3. Графическое представление структуры ИУС $W (G, L)$ с каналами управления

Существование системы самой по себе бессмысленно. Для определения цели и стремления к ее достижению в системе существуют органы управления или подсистема управления. Процесс управления технической системой реализуется через обратную связь при реализации управляющих воздействий и получении отклика системы на их применение. Управление осуществляется через особые технологические каналы управления, наличие которых для системы, описываемой графом на рисунке 2, показано на рисунке 3. Структурная характеристика системы выступает в качестве основы профиля ее функционирования.

Описание одиночного профиля функционирования системы

Для формализации процесса функционирования ИУС в работе предложен подход к построению одиночных профилей функционирования системы (ОПФС) [10, 26].

ОПФС называется такая характеристика системы и ее элемента для формализации которой требуется только ресурс системы. Выполнение ОПФС при функционировании системы в заданных временных рамках описывается регламентом ОПФС.

Аксиома

Любой простейший элемент информационно-управляющей системы, характеризующий

ее структуру или функционал, можно описать в виде как минимум одного ОПФС, позволяющего описать его функционирование (выполнение). В качестве простейшего элемента структуры системы рассматривается такой объект деления, которого на элементы не производится, простейший элемент функционала – задача (регламент) для выполнения которой требуется только ресурс системы.

В работе предлагается деление одиночных профилей на два вида:

- профиль регламента (задачи);
- профиль простейшего объекта системы.

Формирование ОПФС обоих типов включает его наименование, предназначение, тип, перечень ресурсов, необходимых для его выполнения, перечень элементов системы, использующихся для его выполнения, пространственно-временное расположение ресурсов системы, временные характеристики его выполнения (время начала и окончания выполнения, длительность, время проверки готовности к выполнению), порядок резервирования элементов профиля для его выполнения, возможные варианты задействования различных ресурсов системы для выполнения этого профиля, эффективность каждого, требования предъявляемые к процессу его выполнения и критерии оценки его выполнения, характеристики динамической и статической критичности профиля, его элементов, ресурсов, использующихся для его выполнения, перечень и последовательность выполнения групповых профилей для выполнения которых он используется, перечень и последовательность выполнения одиночных и групповых профилей для выполнения которых он может использоваться как резерв.

ОПФС второго типа дополнительно включает перечень ресурсов, которые предоставляет для системы данный объект, из которого выделяются ресурсы необходимые для выполнения текущего целевого предназначения, состав объекта, общее время задействования в рамках выполнения текущего целевого предназначения, а также периоды использования, их количество и длительность, технические характеристики объекта, типовые неисправности и перечень угроз функционированию объекта, статистика нарушения функционирования, отказов и сбоев объекта и его элементов.

Наполнение ОПФС не ограничивается представленным выше перечнем характеристик и будет зависеть от типа системы, требований к ней и условий ее функционирования.

Постановка задачи на разработку методики построения ОПФС

Проведенный анализ и описание одиночного профиля функционирования ИУС показали, что существует потребность в формализации процесса функционирования системы и ее элементов, одним из элементов такого описания можно считать профиль функционирования системы. Сложность, критичность системы и динамика изменения ее состояния определяет потребность рассматривать ее как иерархическое образование элементов, имеющих определенные связи между собой [29, 30]. Традиционные подходы к формализации технических систем ориентированы на описание их структуры, однако при формировании профиля упор делается на описание выполнения главной задачи системы, нарушение выполнения элементов которого может приводить к неспособности системы выполнить возложенное на нее предназначение. В этом случае в системе возникает противоречие, обусловленное потребностями ЛПР и возможностями системы по их реализации существующей структурой системы [31]. Следствием этого противоречия является потребность ЛПР с одной стороны постоянно иметь информацию о состоянии системы, а с другой иметь варианты устранения ситуаций невыполнения функциональных элементов системы для чего требуется инструмент в качестве которого предлагается использовать профиль функционирования системы.

Наличие противоречий позволяет сформулировать актуальную **научную задачу**, заключающуюся в потребностях ИУС и лиц, принимающих решение (ЛПР), в разработке методики построения одиночного профиля функционирования ИУС, что позволит формализовать структуру и процесс функционирования информационно-управляющей системы и описать требования ЛПР по выполнению целевого предназначения системы, кроме этого, структурировать процесс функционирования системы, а также сформировать задание для системы контроль, что позволит удовлетворить потребности ЛПР в получении информации нарушении функционирования системы и ее состоянии.

Суть методики заключается в определении целевого предназначения системы, выделении элементов системы необходимых для его выполнения и их формализации в виде множества одиночных профилей функционирования системы, что позволит за счет ресурса системы его выполнить.

Показателями эффективности являются вероятность построения одиночного профиля

функционирования ИУС, позволяющего своевременно выполнить целевое предназначение системы при минимальном количестве ресурсов затрачиваемых для этого

$$P_A(Q_0|t_{Q_0}) \leq t_{Q_0\text{треб}}, E(Q_0) \rightarrow 0).$$

Вводимые **ограничения**:

- элементы и ресурсы системы распределены на пространстве на ограниченной территории и перемещаются в зависимости от требуемых задач;
- связь между разнесенными в пространстве элементами осуществляется при наличии технического ресурса;
- выполнение системой и ее элементами заданного набора частных задач, функций, целей, требований определяет выполнение главной задачи (целевого предназначения);
- ресурс в системе имеется, исправен и его достаточно для формирования ОПФС и выполнения ею главной задачи.

Исходными данными в методике являются:

- состав системы, включающий G -элементов и L -линий, и ее структура в виде графа $W = (G, L)$;
- множество технических средств, находящихся на элементах системы, выступающих в качестве ресурса системы $N_k = \{N_1, N_2, \dots, N_k\}$;
- множество ресурсов системы, являющихся результатом функционирования технических средств, находящихся на элементах системы $E_N = \{E_{N1}, E_{N2}, \dots, E_{Nm}\}$;
- множество ресурсов системы, находящихся в ней $E_m = \{N_k, E_N\}$;
- множество задач в выполнении которых участвуют элементы технической системы $Z_{Nq} = \{Z_{N1}, Z_{N2}, \dots, Z_{Nq}\}$;
- множество функций в выполнении которых участвуют элементы технической системы за счет выполнения задач системы $F_{Nc} = \{F_{N1}, F_{N2}, \dots, F_{Nc}\}$;
- целевое предназначение системы, выполнение которого обеспечивается выполнением функций системы $A = \{F_1, F_2, \dots, F_c\}$.

Описание методики

1. Формирование множества требований к процессу выполнения целевого предназначения системы, которое характеризуется величиной конечной цели системы из множества, выполняемых в процессе реализации регламента

$$f_{\text{треб}}(A) \rightarrow f(A_a) \rightarrow A_a.$$

2. Определить последовательность достижения целей системы, т.е. порядок перехода

из первого состояния A_1 в последнее состояние A_a

$$A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow \dots \rightarrow A_a.$$

3. Определение требований к функциям исходя из требований, предъявляемых к целевому предназначению и системе в целом

$$f_{\text{треб}}(A_a) \rightarrow f_{\text{треб}}(F_c).$$

4. Последовательное выполнение функций системы определяет достижение каждой цели

$$A_1(F_{11} \rightarrow F_{12} \rightarrow \dots \rightarrow F_{1c}) \dots A_a(F_{a1} \rightarrow F_{a2} \rightarrow \dots \rightarrow F_{ac}).$$

5. Формируется множество последовательно выполняемых требований, предъявляемых к задачам, исходя из требований, предъявляемых к выполнению функций системы, что позволяет обеспечить выполнение целевого предназначения

$$f_{\text{треб}}(A_a) \rightarrow f_{\text{треб}}(F_c) \rightarrow f_{\text{треб}}(Z_q).$$

6. Последовательное выполнение задач системы определяет выполнение каждой функции

$$F_1(Z_{11} \rightarrow Z_{12} \rightarrow \dots \rightarrow Z_{1q}) \dots F_c(Z_{c1} \rightarrow Z_{c2} \rightarrow \dots \rightarrow Z_{cq}).$$

7. На основании требований, предъявляемых к процессу выполнения функций и задач системы формируется множество последовательно выполняемых требований, предъявляемых к ресурсам

$$f_{\text{треб}}(A_a) \rightarrow f_{\text{треб}}(F_c) \rightarrow f_{\text{треб}}(Z_q) \rightarrow f_{\text{треб}}(E_m).$$

8. Последовательное задействование требуемого ресурса системы определяет выполнение каждой задачи

$$Z_1(E_{11} \rightarrow E_{12} \rightarrow \dots \rightarrow E_{1m}) \dots Z_q(E_{q1} \rightarrow E_{q2} \rightarrow \dots \rightarrow E_{qm}).$$

9. Для описания процесса выполнения главной задачи системы, формируется множество потребных к выполнению ОПФС

$$Q = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_j\}.$$

10. Определение для каждого ОПФ ИУС множества вариантов задействования ресурсов системы для его выполнения

$$Q_i = \{Q_{1i}, Q_{2i}, \dots, Q_{ji}\}.$$

11. Оценка необходимого ресурсного обеспечения для выполнения каждого варианта выполнения одиночного профиля функционирования ИУС

$$Q_{1i} < Q_{2i} < \dots < Q_{ji}.$$

12. Выбор оптимального по минимуму ресурса варианта выполнения одиночного профиля функционирования ИУС и определение его

как основного (при этом, в качестве критерия могут быть выбраны: стоимость, эффективность выполнения профиля, надежность, устойчивость элементов системы, участвующих в его выполнении, минимальное воздействие технических средств для его выполнения и т.д.)

$$\text{opt}_E Q_{ji}.$$

13. Формирование множества дополнительных вариантов выполнения каждого одиночного профиля функционирования ИУС, которые являются не оптимальными,

$$Q_{\text{доп}} = \{Q_{1i}, Q_{2i}, \dots, Q_{(j-1)i}\}.$$

14. Ранжирование дополнительных вариантов выполнения каждого одиночного профиля функционирования ИУС по критерию минимального необходимого ресурса (аналогичным образом может быть выбран другой критерий ранжирования).

Для выполнения любой задачи требуется ресурс, который при построении ОПФС закрепляется за задачей в определенные моменты времени, что позволяет сформировать регламент выполнения задачи и ОПФС. Множество регламентов и порядок их выполнения используются при построении групповых профилей функционирования системы. Множество задач и их необходимое ресурсное обеспечение позволяет сформировать матрицу ресурсного обеспечения ОПФС

$$q_{Z-E} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & \dots & 0 \\ 1 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{vmatrix},$$

где столбцы описывают ресурсы системы, а строки выполняемые задачи.

Матрица временного задействования ресурсов характеризует временные характеристики, такие как длительность, время начала и окончания выполнения, интервалы задействования ресурса

$$q_{E-t} = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 1 & 1 & 0 & \dots & 1 \end{vmatrix},$$

где столбцы соответствуют временным отрезкам $\Delta t = t_a - t_{a-1}$, которые выбираются исходя из требований системы контроля, а также условий функционирования системы, $a = [0, N]$, N – множество натуральных чисел, строки соответствуют ресурсам системы используемым для выполнения целевого предназначения. Общее время функционирования системы будет

определяться, как $\Delta t = t_a - t_0$, где, как правило, t_0 выбирают равным 0.

Аналогичная матрица, характеризующая временные характеристики, строится при выполнении ОПФС

$$q_{z-t} = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 1 & 1 & 0 & \dots & 1 \end{vmatrix},$$

где столбцы описывают временные интервалы, а строки задачи системы.

Использование элементов системы для выполнения задач показано в матрице задач

$$q_{o-z} = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 1 & 1 & 0 & \dots & 1 \end{vmatrix}.$$

Матрица возможностей используется при формировании вариантов задействования ресурсов для выполнения ОПФС, а также для поиска резерва, который мог бы использоваться для каждого ОПФС

$$q_{o-E} = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 1 & 1 & 0 & \dots & 1 \end{vmatrix}.$$

Таким образом ОПФС имеет следующий вид:

■ первого типа

$$Q_0 = \{v_i, F_c, t, r\},$$

где v – объект (элемент) системы, i – объекты (элементы) системы, t – время выполнения (задействования), r – ресурс системы, который

необходим для выполнения данного одиночного профиля, F_c – перечень функций в выполнении которых участвует данный профиль;

■ второго типа

$$Q_0 = \{v, t, Z_q, F_c, (r_{вх}, r_{вых})\},$$

где r – ресурс системы (на входе объекта и на выходе), Z_q – перечень задач в выполнении которых участвует объект, F_c – перечень функций в выполнении которых участвует объект.

Выводы

Полученные в системе одиночные ПФС определяют нижний уровень ПФС. Одиночных профилей больше всего, и они вариативны, что позволяет обеспечивать гибкость функционирования системы и выполнения целевого предназначения за счет управления одиночными профилями, а также формирования из множества возможных вариантов выполнения каждого одиночного профиля групповых профилей более высокого уровня иерархии процесса функционирования системы, что позволит их использовать для обеспечения ФУ системы.

Будущие направления развития. Множество ОПФС являются основой для построения группового ПФС. Степень влияния выполнения ОПФС и групповых ПФС друг на друга различная. Последовательность выполнения ПФС будет определяться требуемым целевым назначением системы и потребностями лиц, принимающих решение. Все это определяет необходимость согласования ПФС.

Литература

1. Дурняк Б. В., Машков О. А., Усаченко Л. М., Сабат В. И. Методология обеспечения функциональной устойчивости иерархических организационных систем управления // Сборник научных статей: Институт проблем моделирования в энергетике, НАН Украины, 2008. – В. 48. – С. 3–21.
2. Остроумов О. А., Базир Г. И., Черных И. С., Лепешкин О. М. Особенности синтеза сложных технических систем // Электроника: наука, технология, бизнес, 2025. – № 9 (250). – С. 134–138.
3. Лукьянчик В. Н., Иванов В. Г., Кузин П. И., Новикова М. А. Использование беспилотной авиации при ведении воздушной визуализации в сложных метеоусловиях // Телекоммуникации, 2026. – № 3. – С. 13–24.
4. Иванов В. Г., Кузина Е. И., Гоманов Д. Е., Гришин П. С., Чеглов А. В., Кузин П. И. Мониторинг изменения местности по разновременным аэрокосмическим изображениям с применением технологий глубокого обучения нейронных сетей // Геодезия и картография, 2025. – Т. 86. – № 5. – С. 39–46.
5. Филатов В. А., Козырь О. Ф. Модель поведения автономного сценария в задачах управления распределенными информационными ресурсами // Инженерный вестник Дона, 2013. – № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1771.
6. Одоевский С. М., Лебедев П. В. Методика оценки устойчивости функционирования системы технологического управления инфокоммуникационной сетью специального назначения с заданной топологической и функциональной структурой // Системы управления, связи и безопасности, 2021. – № 1. – С. 152–189. DOI: 10.24411/2410-9916-2021-10107.
7. Кондрашов Ю. В., Сатдинов А. И., Синюк А. Д., Остроумов О. А. Концептуальная модель контроля функций системы связи для выявления конфликтных ситуаций // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт, 2022. – Т. 16. – № 5. – С. 21–27.

8. Zhang, H. The optimal control theory – a scientific approach to fundamentally solving control problems. *Sci. China Inf. Sci.* 68, 116201 (2025). – URL: <https://doi.org/10.1007/s11432-024-4180-2>.
9. Khettabi, I., Benyoucef, L. & Boutiche, M. A. Sustainable reconfigurable manufacturing system design using adapted multi-objective evolutionary-based approaches. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* – 115, 3741–3759 (2021). – URL: <https://doi.org/10.1007/s00170-021-07337-3>.
10. Лаута О. С., Баленко Е. Г., Федоров В. Х., Лепешкин О. М., Остроумов О. А. Метод построения профиля функционирования сложной технической системы // *Инженерный вестник Дона*, 2023. – № 2. – URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2023/8183.
11. Chen, J., Pan, H., Zhang, K. et al. Predictive control approach incorporating incremental learning. *Appl. Intell.* – 55, 401 (2025). – URL: <https://doi.org/10.1007/s10489-025-06243-5>.
12. Тарасов А. А. Проблема обеспечения гарантоспособности информационных систем и пути ее решения // *Системы безопасности, связи и телекоммуникаций*, 2000. – № 32. – С. 78–80.
13. Остроумов О. А. Проблема обеспечения функциональной устойчивости систем критически важных объектов // *Электросвязь*. – 2022. – № 1. – С. 14–18.
14. Петренко С. А. Концепция поддержания работоспособности киберсистем в условиях информационно-технических воздействий // *Труды ИСА РАН*, 2009. – Т. 41. – С. 175–193.
15. Макаренко С. И., Козлов К. В. Автоматизированная система управления беспилотными летательными аппаратами при совместном решении ими специальных задач // *Системы управления, связи и безопасности*, 2025. – № 1. – DOI: 10.24412/2410-9916-2025-1-131-155.
16. Иванов С. А. Методика обеспечения функционирования информационного направления в сети связи с памятью в условиях нестабильности характеристик элементов сети // *Известия ТулГУ. Технические науки*. – 2021. – № 11.
17. Fathabadi A. S., Snook C., Dghaym D. et al. Systematic hierarchical analysis of requirements for critical systems. *Innovations Syst Softw Eng* (2024). – URL: <https://doi.org/10.1007/s11334-024-00551-8>.
18. Bai, Z., Li, C., Pourzamani, J. et al. Optimizing the resource allocation in cyber physical energy systems based on cloud storage and IoT infrastructure. *J. Cloud Comp.* – 13, 59 (2024). – URL: <https://doi.org/10.1186/s13677-024-00615-x>.
19. Смирнов А. В., Левашова Т. В., Петров М. В. Базовый сценарий поддержки принятия решений на основе моделей жизни пользователей в цифровой среде. *Информационно-управляющие системы*, 2021. – № 4. – С. 47–60. – DOI: 10.31799/1684-8853-2021-4-47-60.
20. Ding, D., Han, Q.L., Ge, X. et al. Privacy-preserving filtering, control and optimization for industrial cyber-physical systems. *Sci. China Inf. Sci.* – 68, 141201 (2025). – URL: <https://doi.org/10.1007/s11432-024-4328-1>.
21. Аунг Чжо Мью, Анисимов А. А., Гагарина Л. Г., Портнов Е. М. Методика повышения эффективности управления ресурсоемкими задачами в распределенных вычислительных системах // *Инженерный вестник Дона*, 2022. – № 2. – URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2022/6294.
22. Ala-Laurinaho, R., Autiosalo, J., Laine, S. et al. Paradigm shift in mechanical system design: toward automated and collaborative design with digital twin web. *Softw. Syst. Model* (2024). – URL: <https://doi.org/10.1007/s10270-024-01215-8>.
23. Tsapko S. G., Tsapko I. V. & Tarakanov D. V. Efficiency of the Design Processes for Complex Systems with the Mathematical Apparatus of Fuzzy Sets. *Autom. Doc. Math. Linguist.* – 57, 258–266 (2023). – URL: <https://doi.org/10.3103/S0005105523050096>.
24. Yang X., Jia K. & Peng Z. Construction of integrated network order system of main distribution network based on power grid operation control platform. *Energy Inform.* – 7, 70 (2024). – URL: <https://doi.org/10.1186/s42162-024-00368-6>.
25. Ribeiro R., Pilastri A., Moura C. et al. A data-driven intelligent decision support system that combines predictive and prescriptive analytics for the design of new textile fabrics. *Neural Comput. & Applic.* – 35, 17375–17395 (2023). – URL: <https://doi.org/10.1007/s00521-023-08596-9>.
26. Остроумов О. А., Лепешкин О. М., Синюк А. Д., Филимонов В. А. Оптимизация профиля функционирования сложной технической системы // *Информационно-управляющие системы*, 2023. – № 4 (125). – С. 12–25.
27. Menaceur A., Drid H. & Rahouti M. Fault Tolerance and Failure Recovery Techniques in Software-Defined Networking: A Comprehensive Approach. *J Netw Syst Manage.* – 31, 83 (2023). – URL: <https://doi.org/10.1007/s10922-023-09772-x>.
28. Ahmad I., Clark A., Ali M. et al. Determining critical nodes in optimal cost attacks on networked infrastructures. *Discov. Internet Things.* – 4, 2 (2024). – URL: <https://doi.org/10.1007/s43926-023-00054-1>.
29. Остроумов О. А. Построение профиля функционирования сложной технической систем // *Электросвязь*, 2026. – № 1. – С. 18–26.
30. Лепешкин О. М., Лебедев П. В., Синюк А. Д., Лепешкин О. М. Графо-матричная структурно-функциональная модель сложной технической системы // *Проблемы машиностроения и автоматизации*. – № 4-s1-2025. – С. 117–128.
31. Макаренко С. И., Нестеров А. А. Структурно-функциональная модель интероперабельности организационно-технических систем // *Труды учебных заведений связи*, 2023. – № 4. – DOI: 10.31854/1813-324X-2023-9-4-65-74.

METHODOLOGY FOR BUILDING SINGLE PROFILES OF THE FUNCTIONING OF THE INFORMATION AND MANAGEMENT SYSTEM

Ostroumov O. A.⁴, Lepeshkin O. M.⁵, Sinyuk A. D.⁶

Keywords: functions and tasks of the system, single profile of functioning, technical system.

Abstract

The purpose of the work is to study the approach to formalizing the process of functioning of the system, the tasks performed in it, its purpose in the form of a set of interrelated single profiles of its functioning.

Research methods: the author uses the methods of graph theory, matrix theory, and set theory.

Results of the study: the method of building profiles of the system's functioning is obtained in the work. The obtained profiles can be used in the management system to monitor the implementation of regulations in the system, to identify critical elements that affect the ability of the system to perform its main task.

The scientific novelty of the work lies in the proposed single profile of functioning, which can be used in the construction of an information and management system and control of its functioning.

References

1. Durnyak B. V., Mashkov O. A., Usachenko L. M., Sabat V. I. Metodologiya obespecheniya funktsional'noj ustojchivosti ierarhicheskikh organizatsionnykh sistem upravleniya // Sbornik nauchnykh statej: Institut problem modelirovaniya v ehnergetike, NAN Ukrainy, 2008. – V. 48. – Pp. 3–21.
2. Ostroumov O. A., Bazir G. I., Chernyh I. S., Lepeshkin O. M. Osobennosti sinteza slozhnykh tehnikeskikh sistem // Ehlektronika: nauka, tehnologiya, biznes, 2025. – 9 (250). – Pp. 134–138.
3. Luk'yanchik V. N., Ivanov V. G., Kuzin P. I., Novikova M. A. Ispol'zovanie bespilotnoj aviatsii pri vedenii vozduшной vizualizatsii v slozhnykh meteousloviyakh // Telekommunikatsii, 2026. – No 3. – Pp. 13–24.
4. Ivanov V. G., Kuzina E. I., Gomanov D. E., Grishin P. S., Cheglov A. V., Kuzin P. I. Monitoring izmeneniya mestnosti po raznovremennym aehrokosmicheskim izobrazheniyam s primeneniem tehnologiy glubogo obucheniya nejronnykh setej // Geodeziya i kartografiya, 2025. – V.86. – No 5. – Pp. 39–46.
5. Filatov V. A., Kozyr' O. F. Model' povedeniya avtonomnogo scenariya v zadachah upravleniya raspredelennymi informatsionnymi resursami // Inzhenernyj vestnik Dona, 2013. – No 3. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1771.
6. Odoevskij S. M., Lebedev P. V. Metodika ocenki ustojchivosti funkcionirovaniya sistemy tehnologicheskogo upravleniya infokommunikatsionnoj set'yu special'nogo naznacheniya s zadannoj topologicheskoy i funktsional'noj strukturoj // Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti, 2021. – No 1. – Pp. 152–189. – DOI: 10.24411/2410-9916-2021-10107.
7. Kondrashov Yu. V., Satdinov A. I., Sinyuk A. D., Ostroumov O. A. Konceptual'naya model' kontrolya funktsij sistemy svyazi dlya vyavleniya konfliktnykh situatsij // T-Comm: Telekommunikatsii i transport, 2022. – V. 16. – No 5. – Pp. 21–27.
8. Zhang, H. The optimal control theory – a scientific approach to fundamentally solving control problems. Sci. China Inf. Sci. – 68, 116201 (2025). – URL: <https://doi.org/10.1007/s11432-024-4180-2>.
9. Khettabi I., Benyoucef L. & Boutiche M. A. Sustainable reconfigurable manufacturing system design using adapted multi-objective evolutionary-based approaches. Int J Adv Manuf Technol. – 115, 3741–3759 (2021). – URL: <https://doi.org/10.1007/s00170-021-07337-3>.
10. Lauta O. S., Balenko E. G., Fedorov V. H., Lepeshkin O. M., Ostroumov O. A. Metod postroeniya profilya funkcionirovaniya slozhnoj tehnikeskoy sistemy // Inzhenernyj vestnik Dona, 2023. – No 2. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2023/8183.
11. Chen J., Pan H., Zhang K. et al. Predictive control approach incorporating incremental learning. Appl Intell. – 55, 401 (2025). – URL: <https://doi.org/10.1007/s10489-025-06243-5>.
12. Tarasov A. A. Problema obespecheniya garantospособnosti informatsionnykh sistem i puti ee resheniya // Sistemy bezopasnosti, svyazi i telekommunikatsij, 2000. – No 32. – Pp. 78–80.
13. Ostroumov O. A. Problema obespecheniya funktsional'noj ustojchivosti sistem kriticheski vazhnykh ob'ektov // Ehlektrosvyaz', 2022. – No 1. – Pp. 14–18.
14. Petrenko S. A. Konceptiya podderzhaniya rabotosposobnosti kibersistem v usloviyakh informatsionno-tehnicheskikh vozdeystvij // Trudy ISA RAN, 2009. – V. 41. – Pp. 175–193.
15. Makarenko S. I., Kozlov K. V. Avtomatizirovannaya sistema upravleniya bespilotnymi letatel'nymi apparatami pri sovmestnom reshenii imi special'nykh zadach // Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti, 2025. – No 1. – DOI: 10.24412/2410-9916-2025-1-131-155.

4 Oleg A. Ostroumov, Ph.D. of Technical Sciences, Lecturer of the Department of the Military Academy of Communications. St. Petersburg, Russia. E-mail: oleg-26stav@mail.ru

5 Oleg M. Lepeshkin, Dr.Sc. of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of the Military Academy of Communications. St. Petersburg, Russia. E-mail: lepeskin1@yandex.ru

6 Alexander D. Sinyuk, Dr.Sc. of Technical Sciences, Associate Professor, Military Academy of Communications. St. Petersburg, Russia. E-mail: eenrop@rambler.ru

16. Ivanov S. A. Metodika obespecheniya funkcionirovaniya informacionnogo napravleniya v seti svyazi s pamyat'yu v usloviyah nestabil'nosti harakteristik ehlementov seti // Izvestiya TulGU. Tehnicheskie nauki, 2021. – No 11.
17. Fathabadi A. S., Snook C., Dghaym D. et al. Systematic hierarchical analysis of requirements for critical systems. *Innovations Syst Softw Eng* (2024). – URL: <https://doi.org/10.1007/s11334-024-00551-8>.
18. Bai Z., Li C., Pourzamani J. et al. Optimizing the resource allocation in cyber physical energy systems based on cloud storage and IoT infrastructure. *J Cloud Comp.* – 13, 59 (2024). – URL: <https://doi.org/10.1186/s13677-024-00615-x>.
19. Smirnov A. V., Levashova T. V., Petrov M. V. Bazovyy scenariy podderzhki prinyatiya reshenij na osnove modelej zhizni pol'zovatelej v cifrovoj srede. *Informacionno-upravlyayushchie sistemy*, 2021. – No 4. – Pp. 47–60. – DOI: 10.31799/1684-8853-2021-4-47-60.
20. Ding D., Han Q. L., Ge X. et al. Privacy-preserving filtering, control and optimization for industrial cyber-physical systems. *Sci. China Inf. Sci.* – 68, 141201 (2025). – URL: <https://doi.org/10.1007/s11432-024-4328-1>.
21. Aung Chzho M'yu, Anisimov A. A., Gagarina L. G., Portnov E. M. Metodika povysheniya ehffektivnosti upravleniya resursoemkimi zadachami v raspredelennyh vychislitel'nyh sistemah // *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2022. – No 2. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2022/6294.
22. Ala-Laurinaho R., Autiosalo J., Laine S. et al. Paradigm shift in mechanical system design: toward automated and collaborative design with digital twin web. *Softw. Syst. Model* (2024). – URL: <https://doi.org/10.1007/s10270-024-01215-8>.
23. Tsapko S. G., Tsapko I. V. & Tarakanov D. V. Efficiency of the Design Processes for Complex Systems with the Mathematical Apparatus of Fuzzy Sets. *Autom. Doc. Math. Linguist.* – 57, 258–266 (2023). – URL: <https://doi.org/10.3103/S0005105523050096>.
24. Yang X., Jia K. & Peng Z. Construction of integrated network order system of main distribution network based on power grid operation control platform. *Energy Inform.* – 7, 70 (2024). – URL: <https://doi.org/10.1186/s42162-024-00368-6>.
25. Ribeiro R., Pilastrri A., Moura C. et al. A data-driven intelligent decision support system that combines predictive and prescriptive analytics for the design of new textile fabrics. *Neural Comput & Applic.* – 35, 17375–17395 (2023). – URL: <https://doi.org/10.1007/s00521-023-08596-9>.
26. Ostroumov O. A., Lepeshkin O. M., Sinyuk A. D., Filimonov V. A. Optimizatsiya profilya funkcionirovaniya slozhnoj tehnikeskoj sistemy // *Informacionno-upravlyayushchie sistemy*, 2023. – No 4 (125). – Pp. 12–25.
27. Menaceur A., Drid H. & Rahouti M. Fault Tolerance and Failure Recovery Techniques in Software-Defined Networking: A Comprehensive Approach. *J Netw Syst Manage.* – 31, 83 (2023). – URL: <https://doi.org/10.1007/s10922-023-09772-x>.
28. Ahmad I., Clark A., Ali M. et al. Determining critical nodes in optimal cost attacks on networked infrastructures. *Discov. Internet Things.* – 4, 2 (2024). – URL: <https://doi.org/10.1007/s43926-023-00054-1>.
29. Ostroumov O. A. Postroenie profilya funkcionirovaniya slozhnoj tehnikeskoj sistem // *Ehlektrosvyaz'*, 2026. – No 1. – Pp. 18–26.
30. Lepeshkin O. M., Lebedev P. V., Sinyuk A. D., Lepeshkin O. M. Grafo-matrichnaya strukturno-funkcional'naya model' slozhnoj tehnikeskoj sistemy // *Problemy mashinostroeniya i avtomatizacii.* – No 4 s1-2025. – Pp. 117–128.
31. Makarenko S. I., Nesterov A. A. Strukturno-funkcional'naya model' interoperabel'nosti organizacionno-tehnicheskikh sistem // *Trudy uchebnykh zavedenij svyazi*, 2023. – No 4. – DOI: 10.31854/1813-324X-2023-9-4-65-74.

