УДК 519.2

ОСНОВЫ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЦЕЛЕВОГО МЕТОДА ОПТИМИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СУДЕБНЫХ ЭКСПЕРТОВ

BASICS OF THE FUNCTIONAL TARGET METHOD FOR OPTIMIZING THE ACTIVITY OF FORENSIC EXPERTS

Мистров Л.Е., д-р техн. наук, профессор; профессор кафедры правовой информатики, информационного права и естественно-научных дисциплин Центрального филиала РГУП им. В.М. Лебедева (Воронеж, Россия)

Гребеникова С.В., студентка юридического факультета: судебная экспертиза Центрального филиала РГУП им. В.М. Лебедева (Воронеж, Россия)

Предлагается функционально-целевой подход к оптимизации деятельности судебных экспертов (СЭ) при выработке экспертного заключения – решения (ЭР), основанного на представлении процесса анализа объекта судебной экспертизы (ОСЭ) в виде аддитивной совокупности выполняемых им функций при реализации целевого назначения. Основу анализа составляют категории (временные стадии, циклы и этапы, аспекты и уровни, реализующие в соответствии с теорией циклов детально-временной процесс исследований. Процесс анализа свойств и состояния ОСЭ по времени является этапно-цикло-стадийным, обеспечивающим последовательный поаспектный и поуровневый анализ его основных функциональных частей (подсистем).

Основу процесса выработки ЭР составляет принцип системного покрытия свойств ОСЭ, реализованный функциями получения и преобразования информации на основе решения информационных и информационно-расчетных задач. Основу анализа экспертом ОСЭ на начальном этапе исследований является представление его в виде дерева целей/функций по упорядоченным уровням декомпозиции с учетом типа и направлений связи (отношений), их перекрытия по горизонтальным уровням и объединения (вложения) по иерархическим уровням структуры, отражающих реализацию главной цели объектом.

Обоснование и выбор СЭ предпочтительного варианта ЭР основывается на математической модели поуровневой оптимизации его структуры и содержания элементов, базирующейся на системе векторных критериев по наилучшим значениям их показателей качества с учетом полноты учитываемых свойств и состояния ОСЭ.

Ключевые слова: судебная экспертиза, функционально-целевой метод, экспертное решение, свойства и состояние объекта экспертизы, примитивно-рекурсивный подход выработки решения, показатель качества, дерево целей (функций), формализация, модель, оптимизация.

Для цитирования: Мистров Л.Е., Гребеникова С.В. Основы функционально-целевого метода оптимизации деятельности судебных экспертов // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2026. № 5 (92). С. 27–37.

Mistrov L.E., Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department of Legal Informatics, Information Law and Natural Sciences of the Central Branch of the Russian State University of Justice named after V.M. Lebedev (Voronezh, Russia)

Grebenikova S.V., student of the Faculty of Law: forensic examination of the Central Branch of the V.M. Lebedev Russian State Unitary Enterprise (Voronezh, Russia)

A functional-targeted approach to optimizing the activities of forensic experts (FE) in developing an expert opinion – decision (ED) is proposed, based on representing the process of analyzing the forensic examination object (FEO) as an additive set of functions performed by it in implementing the target purpose. The analysis is based on categories (temporal stages, cycles and stages, aspects and levels), implementing a detailed-temporal research process in accordance with the theory of cycles. The process of analyzing the properties and state of the FEO over time is stage-cycle-stage, ensuring a sequential aspect-by-aspect and level-by-level analysis of its main functional parts (subsystems).

The basis of the ED development process is the principle of systematic coverage of the properties of the FEO, implemented through the functions of obtaining and transforming information based on solving information and information calculation tasks. The basis of the expert analysis of the FEO at the initial stage of research is its representation in the form of a tree of goals/functions along ordered levels of decomposition, taking into account the type and directions of the connections (relationships), their overlap at horizontal levels, and the combination (embedding) at hierarchical levels of the structure, reflecting the implementation of the main goal by the object.

The justification and selection of the preferred option for the ED are based on a mathematical model for the level by level optimization of its structure and the content of its elements, which is based on a system of vector criteria based on the best values of their quality indicators, taking into account the completeness of the properties considered and the state of the FEO.

Keywords: forensic examination, functional-target method, expert decision, properties and state of the object of examination, primitive-recursive approach to decision making, quality indicator, goal (function) tree, formalization, model, optimization.

For citation: Mistrov L.E., Grebenikova S.V. Basics of the functional target method for optimizing the activity of forensic experts. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2026;5(92): 27–37. (In Russ.)

ВВЕДЕНИЕ

Основу разработки судебным экспертом (СЭ) на начальном этапе разработки экспертного заключения (решения) составляет задача анализа структуры, характеристик и порядка (алгоритма) функционирования объекта судебной экспертизы (ОСЭ), которое в зависимости от важности, частности и уровня решаемой задачи, конструируется для полного покрытия на множестве заданных заказчиком экспертизы свойств и условий взаимодействия объекта с внешней средой.

При проведении судебной экспертизы исходя из анализа цели и решаемых задач ОСЭ экспертом осуществляется выделение его функциональных частей – подсистем – в виде некоторой совокупности объединенных целевым назначением различного типа элементов, выполняющих определенные целевые функции. Выделение функций и соответствующим образом связанных между собой различными видами отношений подсистем образует иерархическую структуру ОСЭ. Она характеризуется системой взаимосвязанных целевым назначением подсистем, общих, частных и специальных функций и наличием множества взаимообусловленных отношений в первую очередь функциональных, определяющих взаимосвязь подсистем по выполняемым функциям. При этом под функцией понимается однородный, выделенный по определенному признаку, вид деятельности, объективно направленный на реализацию цели ОСЭ и характеризуемый исполнителем, типом действия и связями между исполнителями. Это позволяет СЭ прослеживать взаимосвязанную и взаимообусловленную цепочку элементов «цель – задачи – способ функционирования – функция – подсистема» процесса принятия решения ОСЭ.

Так как ОСЭ является структурно сложным, то у эксперта отсутствует уверенность в правильности выбора решения, что обусловливает необходимость использования им математических методов для обоснования альтернативных вариантов решений (действий) исходя из анализа общих и частных функций объекта. С этой целью ОСЭ представляется СЭ в виде системы – совокупности взаимосвязанных по цели и иерархически упорядоченных по детальности принятия решения подсистем в логико-временной цепочке последовательности выполняемых функций с выделением из их числа наиболее важных. Их объединение СЭ в виде иерархической структуры подсистем и их элементов, полученных декомпозицией каждой функции до уровня им измеряемых элементарных свойств ОСЭ, обеспечивает системное представление объекта в виде семантической модели функционально-структурного описания его свойств.

Системное представление ОСЭ побуждает СЭ к выработке экспертного решения (ЭР) об использовании методов функционального, структурного и параметрического анализа [1, 2], обеспечивающих проведение им последовательно и/или параллельно условно независимых исследований с установлением областей (точек) пересечения выделенных идентификационных свойств ОСЭ на различных аспектах его анализа. Трудности решения СЭ такого рода задач обусловлены отнесением их к классу слабоструктурированных задач, характеризующихся большим числом альтернативных вариантов решений, их внутренней сложностью и неопределенностью, зависящих от априорной информации о свойствах и состоянии ОСЭ. Методы решения такого класса задач в настоящее время в доступной литературе отсутствуют, обусловливая актуальность разработки методов для их решения. Основу их решения может составить применение функционально-целевого метода [3] для оптимизации деятельности СЭ при выработке ЭР по ОСЭ, определившего целевую направленность и содержание предлагаемой статьи.

1. Методические основы решения задачи

В соответствии с теорией циклов [4] в [5] предложены реализующие ее положения категории анализа, обеспечивающие детальное логико-временное развертывание процесса исследования свойств ОСЭ на аспектах (функциональном, структурном, параметрическом), уровнях (внешнесистемном, внутрисистемных), стадиях (временных реализациях процесса до получения требуемых/планируемых результатов), циклах (n-м количестве этапов исследований до получения промежуточных результатов) и этапах (исследование существенных свойств объекта в фиксированных состояниях). Порождение данных категорий обеспечивает реализацию функционально-целевого метода исследования свойств ОСЭ начиная с постановки задачи и заканчивая промежуточными и/или конечными результатами за счет конечности рассматриваемых стадий исследований до получения планируемых результатов; повторяемости и возможности итерационного возврата к предыдущим стадиям (циклам, при необходимости); передачи системогенетической информации от одного цикла (стадии) к другому и логической замкнутости категорий анализа. На каждой стадии анализа осуществляется выделение СЭ основной функции (подсистемы) ОСЭ и исследование ее существенных свойств на основе сопоставления с потенциальными, определенными в техническом паспорте (регламенте).

Ввиду структурной сложности ОСЭ, неполноты априорной информации о его свойствах, а также нечеткости выделения СЭ свойств подсистем (функций), процесс представляется этапно-цикло-стадийным, начинающимся с постановки задачи, разработки математического аппарата, исследования свойств и проверки устойчивости решений как функции установленной информации, рассмотрения необходимости повторяемости этапов при получении неудовлетворяющих результатов и осуществления перехода к следующей стадии. Исследования проводятся на функциональном и структурном аспектах анализа, отражающих структур-

ные свойства ОСЭ и их реализацию соответствующими элементами (функциями) на каждом его иерархическом уровне. При необходимости процесс далее детализируется по уровням, порожденных внешне- и внутрисистемными свойствами ОСЭ. Внешнесистемные свойства отражают условия и порядок (способ) функционирования ОСЭ, а внутрисистемные – его характеристики (свойства). При установлении СЭ функций и структуры ОСЭ проводится параметрический анализ его существенных свойств с использованием методического аппарата и специальной измерительной аппаратуры.

После анализа установленных функций (подсистем) ОСЭ осуществляется переход к исследованию следующей по важности подсистемы с учетом идентифицированных свойств предыдущей подсистемы. Процесс исследований продолжается до установления всех диагностируемых существенных свойств объекта.

В общем случае принятие решения СЭ основывается на преобразовании исходной информации о свойствах ОСЭ в информацию о его состоянии – совокупности существенных (диагностируемых) свойств, обеспечивающих выдачу экспертом квалифицированного ответа по запросу заказчика экспертизы. Как правило, решение представляет целенаправленный процесс обоснования и выбора СЭ из множества альтернативных вариантов действий предпочтительного, являющегося функцией качественно-количественных показателей свойств ОСЭ. Основу выбора предпочтительного варианта решения СЭ составляет критерий эффективности, являющийся изоморфным установленным свойством ОСЭ и требованиям (модели предпочтений) заказчика экспертизы, формулируемым в виде выходного результата для определенных исходных данных об объекте и условиях его применения. Его разработка представляет собой циклический процесс, начинающийся со стадии формулировки задания (задачи) и представления предложений СЭ в форме ЭР, полученного на основе преобразования (свертки) частных решений – показателей качества (эффективности), – в интегральный показатель заключения.

2. Модель анализа основных функций ОСЭ

В общем случае процесс выработки ЭР может осуществляться на основе реализации принципа покрытия [4] с помощью функций преобразования СЭ информации о свойствах ОСЭ, включающих функции:

– получения (сбора, обработки и установления) априорной информации о свойствах ОСЭ и ее уточнения на основе обмена данными с другими СЭ (основываются на решении информационных задач);

– преобразования содержания и формы установленной информации (расчеты, решение логических задач для анализа состояния ОСЭ) при подготовке предложений в ЭР (представляют решение информационно-расчетных задач).

Исходя из этого процесс разработки ЭР основывается на модельном представлении выделяемых СЭ функций, обеспечивающих получение и преобразование содержания/формы установленной информации, так как ее преобразование обеспечивает порождение новой информации о свойствах и состоянии ОСЭ.

2.1. Содержательное описание функций управления

Выработка решения СЭ представляет процесс работы с информацией в виде логической последовательности выполняемых им функций, составляющих технологический цикл исследований. Он включает устойчивую упорядоченную совокупность функций, основанную на разделении выполняемых задач СЭ для установления существенных свойств ОСЭ и обоснования решений на множестве условий его взаимодействия с внешней средой.

Основу работы СЭ составляют функции сбора данных; выделение, прогнозирование и установление информации о свойствах ОСЭ; обмен данными с другими экспертами; учет; контроль; анализ; принятие решения на основе функций планирования и корректировки (оперативное управление); организация, координация и доведение ЭР до заказчика экспертизы. Взаимосвязь основных функций СЭ при разработке ЭР в форме функциональной модели цикла исследований приведена на рис. 1.

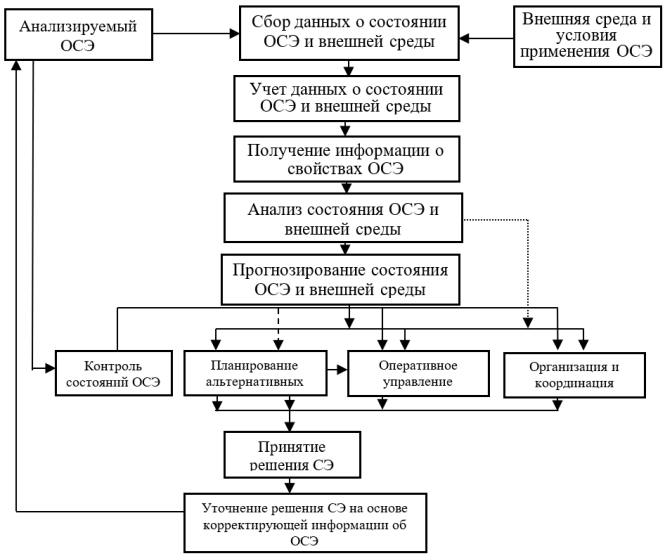


Рис. 1. Функциональная модель цикла исследований СЭ при выработке ЭР

Сбор данных – функция обнаружения, распознавания и измерения y_i существенных свойств ОСЭ, выполняемая экспертом.

Преобразование полученной информации к свойствам ОСЭ – функция преобразования информации к виду, пригодному для СЭ (для анализа свойств и состояния ОСЭ).

Анализ – функция преобразования информации, обеспечивающая исследование и обоснование существенных

свойств и состояния ОСЭ для перехода к разработке или корректировки (оперативного управления или планирования СЭ альтернативных вариантов решений) ЭР. Например, если ОСЭ характеризуется свойством y_i, изменение которого осуществляется в пределах и в результате анализа СЭ установлено, что $\Delta y_i \leq \Delta y_{i\,\text{доп}}$, где $\Delta y_{i\,\text{доп}}$ – допустимое отклонение, то в цикле его исследований осуществляется переход к оперативному управлению, то есть значение $\Delta y_i > \Delta y_{i\,\text{доп}}$ порождает переход к функции планирования вариантов действий. Анализ, как правило, в отдельную функцию не выделяется, а рассматривается совместно с функцией контроля как составная часть других функций выработки ЭР.

Функция прогнозирования – функция парирования СЭ неопределенностей относительно возможной структуры, свойств и состояния ОСЭ.

Функция принятия решений – функция содержательного преобразования информации СЭ о состоянии ОСЭ и внешней среды для достижения целевой функции – выработки ЭР.

Функция планирования – функция последовательного снятия СЭ неопределенности относительно структуры, свойств и закона преобразования ОСЭ входной информации в выходную по результатам анализа информации о его взаимодействии с внешней средой. Включает задачи принятия решений по целеполаганию элементов ОСЭ для реализации основных функций и определению вариантов действий СЭ в виде совокупности процедур по определению состояния объекта и альтернативных вариантов действий для анализа этого состояния, объединенных в единый функционально-циклический процесс.

Функция корректировки (*оперативного управления*) – функция обеспечения работы СЭ в рамках установленного порядка действий на основе решения задач исследования свойств ОСЭ и слежения за изменением его свойств и состояния (планирование и оперативное управление составляют задачи содержательной обработки информации СЭ).

Функция организации – функция установления постоянных и временных связей между всеми СЭ при исследовании свойств и состояния сложных ОСЭ, определении порядка и условий их взаимодействия и оптимизации ресурсов для обеспечения эффективного решения поставленных задач с учетом распределения степени ответственности СЭ в иерархии структуры ЭР.

Функция координации – функция согласования действий СЭ в соответствии с целями экспертизы ОСЭ и поддержания этого согласования на протяжении технологического цикла работы.

2.2. Модель общей задачи принятия решений экспертом

Процесс принятия решений СЭ как функции преобразования содержания информации о свойствах и состоянии ОСЭ формализуется на основе понятий: Ω – множество альтернативных вариантов решений (действий); X – множество допустимых вариантов решений, рассматриваемых для выбора ($X \subseteq \Omega$); – множество выбранных вариантов решений ($Y \in X$);

C – правило (функция) выбора СЭ наилучшего варианта ЭР, $Y = C(X)$.

В основу принятия решений СЭ положено правило выбора

$$M = < D, \pi >,$$

где D – совокупность данных, обеспечивающих возможность сравнения вариантов решений – представляет структуру в виде множества вариантов решений СЭ и задается в виде бинарных отношений предпочтения на основе принципов целесообразности / рациональности; π – правило выбора предпочтительного варианта СЭ на основе структуры D, позволяющее осуществить выбор из X подмножества Y.

Задача анализа СЭ свойств и состояния ОСЭ и обоснования на этой основе структуры ЭР, в зависимости от степени детализации введенных понятий, относится к оному из классов задач принятия решений.

Задача оптимального выбора решения. Множество вариантов $\{\Omega\}$ определено и правило выбора C формализовано. Для решения задачи СЭ могут использоваться аналитические методы, методы исследования операций и методы оптимального выбора, обеспечивающие решение многокритериальных задач выбора ЭР. Получаемые решения не зависят от субъективных предпочтений СЭ и являются для определенных (установленных) свойств ОСЭ и внешних условий его взаимодействия с внешней средой наилучшими на множестве возможных.

Задача рационального выбора решения. Множество вариантов $\{\Omega\}$ однозначно определено, но правило выбора C не формализовано. Для решения такого класса задач могут использоваться методы аналитико-имитационного и статистического моделирования, теории полезности, в частности экспертных оценок и векторной оптимизации; получаемые варианты ЭР считаются рациональными.

Общая задача принятия решений. Множество вариантов $\{\Omega\}$ может дополняться и видоизменяться в процессе установления и обработки информации о свойствах ОСЭ, а правило выбора C не формализовано. При этом под ЭР понимается выбор из множества альтернативных решений предпочтительного на основе субъективных представлений СЭ об их качестве исходя из сформулированного принципа выбора.

Формально модель принятия решений СЭ представляется в виде:

$$\text{ЭР}: < Ц, И_{\text{вх}}, И_{\text{вых}}, R_{\text{реш}}, П, C >,$$

где $Ц$ – цель СЭ выработки решения; $И_{\text{вх}}$ – исходные данные о свойствах и состоянии ОСЭ для порождения альтернативных вариантов решений; $И_{\text{вых}}$ – множество порожден-

ных СЭ вариантов решений; $R_{реш}$ – выбранный СЭ вариант решения; $П$ – правило порождения вариантов решений СЭ; $С$ – правило выбора СЭ наилучшего варианта.

Исходные данные для порождения и множество порожденных альтернативных вариантов решений СЭ могут в зависимости от характера установленных свойств ОСЭ носить детерминированный, вероятностный и неопределенный характер и представляться в форме аналитических, логических, эвристических решающих правил, в том числе как скалярные и векторные комплексные критерии. В этих условиях для СЭ (для установления свойств ЭР) возможно применение аналитико-имитационных и логико-лингвистических методов моделирования, обеспечивающих преобразование данных и формирование множества допустимых решений.

2.3. Модель функции принятия решений

В общем случае процесс принятия решений представляет собой последовательное снятие СЭ неопределенности относительно структуры, характеристик, порядка функционирования и состояния ОСЭ на основе: а) применения процедур последовательного преобразования СЭ информации, позволяющих обосновать свойства и состояние ОСЭ, – перечня и множества допустимых значений структуры, характеристик и порядка функционирования, вытекающих из анализа способов его применения, – т. е. сформировать структуру и диапазон значений его выходных свойств; б) выбора конкретных значений свойств и способов достижения ОСЭ анализируемого (определенного заказчиком) состояния.

В основу модели процесса принятия решения СЭ с целью установления свойств ОСЭ может быть положен примитивно-рекурсивный подход, определяющий функцию – свойства объекта посредством операций [6]:

$$\varphi(x_n) = x_{n+1}; \quad (1)$$

$$\varphi(x_1,...,x_n) = q; \quad (2)$$

$$\varphi(x_1,...,x_n) = x_i; \quad (3)$$

$$\varphi(x_1,...,x_n) = \psi(\chi_1(x_1,...,x_n),..., \chi_m(x_1,...,x_n)); \quad (4)$$

$$\begin{cases} \varphi(0) = q; \\ \varphi(y_{n+1}) = \chi(y,\varphi(y_n)); \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} \varphi(0, x_2,..., x_n) = \varphi(x_2,..., x_n); \\ \varphi(y_{n+1}, x_2,..., x_n) = \chi(y_n, \varphi(y_n, x_2,..., x_n), x_2,..., x_n); \end{cases} \quad (6)$$

в которых операция (1) индуцирует функцию «следование за», операция (2) – «функцию-константу», операция (3) – «тождество», операция (4) – функцию «подстановка», операции (5), (6) представляются схемой примитивной рекурсии без параметров (5) или с параметрами (6).

Функция φ определения свойств ОСЭ является:

первоначальной, если она удовлетворяет системе равенств, определенных правилами в операциях (1)–(3);

непосредственно зависящей от других функций, если она удовлетворяет системе равенств, определенных в операциях (4)–(6).

примитивно-рекурсивной, если имеется конечная последовательность $\varphi_1, ..., \varphi_k, k > 1$ вхождений функций такая, что каждая функция этой последовательности является или первоначальной, или непосредственно зависящей от предыдущих функций последовательности, а последняя функция φ_k есть φ.

Модель обоснования вариантов решений СЭ по установлению свойств и соответствующего состояния ОСЭ можно построить, используя свойство рекурсивности относительно описания общей функции выработки ЭР конечной последовательностью вхождений ограниченного числа основных функций для их объединения в общий процесс, в виде:

$$Р_{вр} = < И, F > ; \quad (7)$$

$$Р_{вр} = И_{вх} \rightarrow И_{реш} ; \quad (8)$$

$$ЭР = < Т, И_{вх}, И_{вых}, И_{реш}, П, С > ; \quad (9)$$

$$И_{реш} = С \{П(И_{вх}) \rightarrow \exists\, И_{вых}\} . \quad (10)$$

Выражение (7) описывает структуру процесса вариантов решения СЭ $Р_{вр}$ как функции $И$ (информационный оператор, описывающий априорные данные и полученные на стадиях анализа текущие решения, используемые для их последующего преобразования и представления в форме ЭР); F – процедурный оператор, представляемый функцией обмена информацией $f_0(t)$ и функцией преобразования содержания информации $f_c(t)$, включающей: $r(t)$ – информационно-расчетные процедуры; $l(t)$ – логические процедуры и $t(t)$ – эвристические процедуры, основанные на неформальных правилах принятия решения опытными ЭС, обеспечивающими уменьшение объема вычислений для получения результата.

Выражение (8) характеризует процесс работы СЭ, заключающийся в преобразовании информации о свойствах и состоянии ОСЭ в результирующую информацию; выражение (9) – формализует первоначальные функции – операторы процесса принятия решения, а выражение (10) формализует непосредственно зависящие функции содержательного преобразования информации. В каждом конкретном процессе проведения экспертизы эти процедуры образуют некий рекурсивный механизм получения решения СЭ, изоморфный любым задачам принятия им решений.

При этом структура общей задачи принятия решений, как непосредственно зависящей процедуры, представляется в виде последовательности первоначальных функций $Р$ и $С$. Отдельные операции, входящие в такую процедуру, могут изменяться, но в целом процедура ориентирована

на формирование конкретных вариантов решений СЭ, порождаемых задаваемыми заказчиком данными о свойствах и состоянии ОСЭ. Для каждого принимаемого решения, несмотря на отсутствие некоторых правил вывода или исходных данных, существует совокупность правил, обеспечивающих его принятие. При таком представлении структура процесса принятия СЭ альтернативных вариантов решений может быть представлена в виде рекурсивной процедуры, схематически приведенной на рис. 2.

Из рис. 2 следует, что порядок действий СЭ включает ряд стадий (циклов), обеспечивающих решение общей задачи принятия решений на соответствующем уровне структуры ЭР. Стадии исследований упорядочиваются по степени детализации установленной информации. На первой стадии информация представляется в виде абстрактного перечня целей применения ОСЭ, на последней стадии – в виде конкретных данных по оптимизируемым свойствам элементов и функциям, направленных на достижение определенного заказчиком его состояния. При этом на каждом уровне процесса исследований СЭ могут рассматриваться рекурсивные связи, учитывающие влияние принятых решений на процесс формирования и выбора вариантов решения.

Количество стадий выработки решения (уровней рекурсии), включающих циклы (этапы) уяснения задачи, оценки параметров внешней среды, принятия решения по структуре ОСЭ и т.д., определяется СЭ. Последовательность выполнения этих циклов (этапов) представляется в виде дерева целей – связного графа, вершины которого интерпретируются как цели, а ребра (дуги) – как связи между ними. Номера уровней (индексы i) этого дерева целей упорядочены во времени, то есть считается, что решения на каждом из уровней целей определены после того, как сформулированы решения более высокого уровня, – этот порядок действий СЭ отображается в виде графа на рис. 2. Процесс определения целей (задач) имеет направленность от вершины первого, начального уровня к вершинам, соответствующим целям (задачам) самого нижнего уровня.

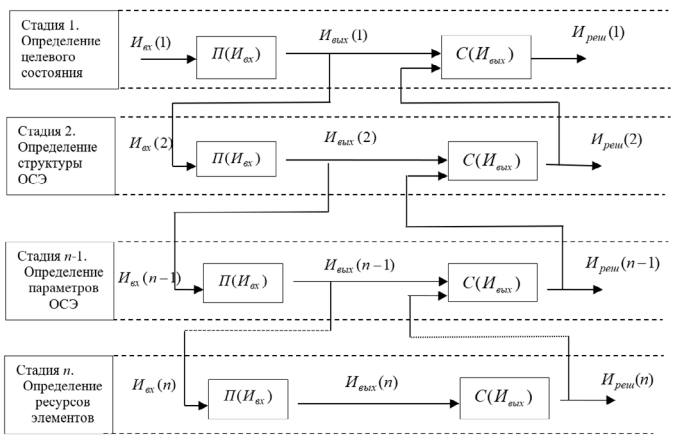


Рис. 2. Представление процесса определения вариантов решений СЭ как рекурсивная процедура

3. Модель дерева и свойства целей (функций) ОСЭ

В общем случае каждый ОСЭ включает в свой состав, характеризующийся вероятностной сущностью взаимодействия между собой различных типов связей составных частей – подсистем управления, информационного обеспечения и исполнения в его предметной области. Они характеризуются совокупностью функций, носящих частный/специфичный характер и системоопределяющий характер, являющийся общим для объекта. Наличие системообразующих функций и свойств подсистем, обеспечивающих функционирование ОСЭ по интегральному показателю эффективности, наличие организационной структуры, множества разнотипных устойчивых связей между ними и функции целеполагания частей обусловливают рассмотрение объекта в виде системы различного уровня функциональной деятельности. Особенностью анализа СЭ свойств ОСЭ является представление его в виде дерева целей/функций по уровням декомпозиции с учетом направлений связи, их перекрытия на каждом уровне и объединения (вложения) по уровням структуры, отражающим отношения взаимодействия при реализации главной цели. При анализе целей на каждом уровне структуры ОСЭ возможна различная степень взаимосвязи между его элементами, реализующими те или другие функции. Эта взаимосвязь описывается отношениями между его элементами. Так как отношения являются математической категорией, то появляется возможность определить для целей/функций строгую формализованную форму и совершать над ними одни и те же операции, так как они следуют друг из друга и схемно отображаются в виде соответствующего дерева. Это позволяет результаты решения задачи формализации отношений между целями симметрично перенести и на функции, что дает основание в дальнейшем рассматривать отношения только между целями, перенеся их при необходимости к функциям.

Предположим, что СЭ цели ОСЭ установлены, построено дерево целей и последнее подвергнуто предварительной формальной обработке на основе осознания роли отношений между занимаемыми элементами местами в его иерархической структуре. Так, структура дерева целей определяется тем, что целевые позиции его элементов (подцелей) образуют линейную последовательность, то есть между местами целей определены отношения совершенного порядка, которые рассматриваются как элементы некоторого абстрактного множества с определенной системой отношений.

Дерево целей $S = (M, P_1, P_2, ..., P_n)$ представляет множество мест цели M с заданными на нем отношениями $P_1, P_2, ..., P_n$ совершенного порядка, которое по существу совпадает с математической моделью древесного порядка объекта S и полностью соответствует его целям.

Пусть на цели M определено подмножество M_1, отображение которого $\varphi : M \to M_1$ возможно интерпретировать как расстановку целей на дереве целей – каждому ме-

сту на дереве целей (элементу множества M) сопоставляется некоторая цель (элемент множества M_1). Тогда дерево цели $G = (S, \varphi)$ представляется в виде схемы дерева целей S с заданным отображением φ множества мест цели M во множестве цели M_1, которое только выражает все то, что вкладывается в понятие дерева цели: формирование исходных целей, выбор схемы, расстановку целей в различные места схемы, определение отношений между различными вхождениями целей в данную схему [7].

Исходя из этого информационный процесс достижения цели ОСЭ представляет последовательность достижения им целей на дереве целей с учетом основных целевых отношений. Математическая модель ОСЭ достижения цели на множестве целей S представляется в виде кортежа

$$S = (M, R),$$

где $M = \{X^0, X^1, X^2, \dots, X^{m-1}\}$ – множество целей различных уровней; X^0 – главная цель ОСЭ; X_l^i – множество целей i-го уровня $(m-1-i)$-го уровня; $X^i = \{X_1^i, X_2^i, \dots, X_{l_i}^i\}, 0 \le i \le m-1$.

Множество дуг графа, определяющих отношения между целями дерева целей для достижения целей верхнего уровня ОСЭ, представляется в виде:

$$R = \{r_{jv}^i\},\ 0 \le i \le m-2;\ 0 \le j \le l_i;\ 1 \le v \le l_{i+1},$$

где r_{jv}^i – верхний уровень i-го уровня цели, из которой выходит дуга; j – это номер вершины цели i-го уровня, из которой выходит дуга; v – номер вершины $(v+1)$ -го уровня, в которую входит дуга.

Для каждой цели X_μ^i, где $\mu \in i$, то есть цели уровня i возможно сформировать вектор-столбец $q_\mu = (q_{1\mu}, q_{2\mu}, \dots, q_{v\mu}, \dots, q_{l_i\mu})$, из которого возможно установить $Q_{i,i+1} = ||q_{v\mu}||$ матрицу отношений между целями.

Определим возможные операции над целями ОСЭ в предположении, что все они заданы (установлены) на некотором множестве M и объект характеризуется одноместным множеством целей (реализующих их функций) – это множество, состоящее только из одной цели (характерно для простого объекта).

Пусть на множестве целей M сложного ОСЭ определены две цели, A и B, каждой их которых соответствует множество целей более низкого уровня (подмножества $A \subseteq M \times M$ и $B \subseteq M \times M$). СЭ при анализе целей ОСЭ по уровням в их иерархической структуре возможно рассмотрение ситуаций, связанных:

с равенством целей A и B $(A = B)$ – они реализуются одними и теми же элементами, что означает их достижение с помощью одной и той же функции на множестве функций M;

включением (вхождение) целей – для двух целей A и B включение $A \subseteq B$ показывает, что всякая подцель, обеспечивающая выполнение цели A, принадлежит одновременно и цели B, т. е. $(a, b) \in A$ и $A \subseteq B \Leftrightarrow (a, b) \in B$;

пересечением $A \bigcap B$ целей – реализация целей одновременно возможна на основе совокупности подцелей (функций) одного и того же уровня ОСЭ: пусть $A = \{a, b, c, d\}$ и $B = \{a, c, f, d\} \Leftrightarrow A \bigcap B = \{a, c, d\}$;

объединением $A \bigcup B$ целей, $A \subseteq B$ – характеризует достижение целей на иерархических уровнях ОСЭ с помощью множества подцелей на этих уровнях: пусть $(a, b) \in A \bigcup B \Leftrightarrow (a, b) \in A$ или $(a, b) \in B$.

Раскрытие реализуемых составными частями и ОСЭ целей (функций) основывается на свойствах их отношений [7, 8].

1. Рефлексивность: цель A на множестве M является рефлексивной, если каждый элемент a_i множества M находится в цели A сам с собой: $(a, a) \in A$ для $a \in M$. При представлении с помощью графа $G = (M, R)$ рефлексивность цели означает, что каждая вершина графа $x \in M$ имеет петлю.

2. Антирефлексивность: цель A является антирефлексивной, если ни один элемент из множества M не находится в отношении цели A с самим собой: $(a, a) \notin A$ для каждого $a \in M$, то есть достижение цели A не может начаться, пока не достигнута цель B.

3. Цель A на множестве целей M не имеет обратного обращения (инверсии) A^{-1} – на графе целей переход от цели A к обратному обращению цели A^{-1} соответствует изменению направления дуг на обратные. Это невозможно, так как информационный процесс достижения цели имеет однонаправленность действий [7].

4. Цель A не является симметричной, так как $A \neq A^{-1}$, то есть цель A не совместима с целью B.

5. Цель A является асимметричной, так как $A \bigcap A^{-1} = \emptyset$ (например, цель A достигнута раньше цели B). В соответствующем графе $G = (M, R)$ не может быть стрелок, соединяющих две вершины в противоположном направлении, то есть направление стрелок всегда существенно.

6. Цель A является антисимметричной, так как допускается принадлежность к цели A элементов (подцелей) вида (a, b) и (b, a) в случае $a = b$, т.е. $(a, b) \in A, (b, a) \in A \Rightarrow a = b$ (например, цель A является частью цели B).

7. Цель A обладает свойством транзитивности (переноса). Например: «цель A является частью цели B и цель C является частью цели A (цель C является частью цели B)», «достижение цели A предшествует достижению цели B, а достижение цели B предшествует достижению цели C (достижение цели A предшествует достижению цели C)» и т.п.

Это позволяет через свойства 1–7 определить основные типы целей (функций) ОСЭ [9, 10].

1. Цели не являются толерантными, так как не обладают сразу двумя свойствами: рефлексивности и симметричности.

2. Цели не являются эквивалентными, так как не обладают сразу тремя свойствами: рефлексивности, симметричности и транзитивности.

3. Достижение цели подчиняется правилам строгого порядка: отношение характеризует цели древесного порядка [11], так как, если для любых целей на множестве целей $M(A, B, C \in M)$ из того, что $A < B$ и $A < C$ (знак $<$ – строгий порядок), следует, что B и C сравнимы во множестве $(M, <)$, существует наибольший единственный элемент X_0 (главная цель).

Между целями ОСЭ существуют различные отношения, определив которые возможно описать структуру множества целей при достижении им главной цели. Определяющей характеристикой структуры главной цели ОСЭ являются функциональные (вертикальные и горизонтальные), линейные (отношения управления и подчинения) и формальные (регламентированные) связи между целями – отношения, имеющие многогранное и многоаспектное содержание. Система отношений между целью и ее функциями формальным образом описывает структуру главной цели ОСЭ. Выбирая различное содержание определяемых отношений между целями структуры ОСЭ и описывая их формальные функционально-целевые свойства, СЭ возможно сформировать формальную модель структуры цели объекта исходя из следующих соображений [7–9].

1. Главная цель, находящаяся на вершине структуры цели ОСЭ, отражает описание конечного результата.

2. Главная цель представляется в виде множества целей M.

3. Множество целей M носит иерархический характер, вследствие чего главная цель достигается на основе достижения совокупности целей нижнего уровня.

4. Дерево целей представляет интерпретированное с формальной точки зрения множество взаимодействующих различного уровня подцелей ОСЭ. Граф цели представляет собой дерево с корнем X_0 только на подмножестве вершины 1-го ранга. Нижерасположенные связи между целями соседних уровней характеризуются перекрестными связями, что определяет взаимосвязь решения задач и функций $(i + 1)$-го уровня для достижения задач i-го уровня.

5. Каждая цель, включенная в дерево цели, состоит из совокупности подцелей.

6. Все цели дерева целей находятся между собой, а также относительно главной цели в некоторых отношениях.

7. Для каждого отношения между подцелями существуют свойства, инвариантные относительно цели, то есть свойства, которыми одноименные отношения обладают для любого дерева целей. Например, отношение следования (то есть маршрут достижения цели) является в любом дереве целей совершенным порядком [7].

Основу задания множества M вхождения целей на дереве целей составляют отношения между целями.

1. Отношение вхождения составляющих вектор цели.

Система целей любого ОСЭ носит иерархический характер. Множество M векторов цели состоит из некоторых универсумов вхождений целей в дерево целей. Вхождение в составляющую является строгим порядком, то есть обладает свойствами транзитивности, антирефлексивности и вытекающими из них свойствами асимметричности и антисимметричности.

2. Отношения однородности характеризует вхождение в дерево целей одной и той же цели нижнего уровня одновременно в несколько целей более высокого уровня или наличие общих элементов в структуре целей одного уровня.

3. Отношение следования цели вследствие существования нескольких путей достижения цели характеризует в каждом из этих путей к цели строго определенную последовательность ее достижения. Отношение задает совершенный строгий порядок на множестве M. Следовательно, оно обладает свойствами транзитивности, антирефлексивности, а также вытекающими из данных свойств свойствами асимметричности и антисимметричности [7].

4. Отношение управления – использование причинно-следственных отношений, приводящее переход ОСЭ к желаемому результату (объект достигает цели) [10]. Рассмотренные во времени причинно-следственные отношения обеспечивают целостное представление СЭ процессов изменения функционирования отдельных элементов и всего ОСЭ в целом.

Управление ОСЭ основывается на наличии элементов управления и органа управления (управляющей системы). Влияние на причинно-следственные отношения в элементах управления достигается изменением $V = (V_1, V_2, \dots, V_m)$ возмущающего воздействия на $U = (U_1, U_2, \dots, U_l)$ – входные параметры объекта. То есть управление имеет направленность, оно асимметрично, и его граф не содержит контуров; ее вход может трактоваться как причина, а ее выход как следствие.

Применительно к техническим ОСЭ их представление основывается на понятиях «вход – выход – состояние» (как правило, выход объекта отождествляется с состоянием). В них отношения на множествах входных параметров $U = (U_1, U_2, \dots, U_l)$, параметрах его состояния $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ и на множествах $(U \times X)$ их выходов $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_s)$ являются функциональными и модель объекта S представляется в виде $S = (U, X, Y, F, G,)$, где $X = F(U)$ и $Y = G(U, X)$. В противном случае реакция ОСЭ на управляющие воздействия будет неоднозначной, то есть он будет неуправляемым.

5. Отношение времени – фактор времени заложен в структуру понятия цели ОСЭ, достигаемой в пределах некоторого интервала времени. Следовательно, все цели, входящие в дерево целей ОСЭ, являются упорядоченными во

времени, их достижение и все решения о целях, способах их достижения представляются как последовательность событий во времени.

Упорядочение целей во времени производится на основе установления временных стадий (циклов) достижения цели ОСЭ исходя из анализа результатов стадий достижения цели по времени их выполнения, то есть определения временной последовательности технологических операций по достижению цели.

Иерархический граф цели $G(M, R)$, где M – множество целей, R – множество дуг графа (отношений между целями), отображает процесс достижения цели ОСЭ, если индексы рангов i упорядочены во времени. Таким образом, все цели, входящие в дерево целей на графе $G(M, R, t_i), i = 0, 1, 2, \dots, (n-1)$, вступают между собой в отношения времени.

Время имеет направленность, то есть оно асимметрично, и его граф не содержит контуров. Кроме того, отношение времени транзитивно, антирефлексивно и антисимметрично: следовательно, отношение времени целей, включенных в дерево целей, является строгим порядком.

Рассмотренные отношения являются основой представления множества целей M на множестве состояний ОСЭ. Определяющим вопросом здесь является содержательный аспект анализа, оценки и принятия решения о сопоставлении реальной ситуации с иерархической структурой целей и свойств, то есть состояний ОСЭ, которому данная иерархия целей соответствует. Главная задача заключается в упорядочении состояний ОСЭ по их степени достижения цели, подмножеству целей и, наконец, главной цели. Или, наоборот, упорядочение приближения каждой цели к некоторому «идеальному» состоянию ОСЭ, которое соответствует этой цели.

Формальное описание цели применения ОСЭ является более общим и простым с логической точки зрения, чем задание его с помощью целевой функции. Формальное и количественное описания целевой функции не являются тождественными, так как всякое количественное описание является формальным. Поэтому для СЭ при решении задачи формального представления цели возможно рассмотрение вопросов применения ОСЭ как на основе целевой функции, так и на основе отношений предпочтения.

4. Модель принятия решений экспертом

В математических моделях принятия решений СЭ цель отождествляется с экстремизацией некоторой целевой функции, заданной заказчиком экспертизы в виде функционального критерия эффективности или на множестве существенных свойств и состояний ОСЭ. Однако целевую функцию по априорно заданным состояниям ОСЭ не всегда представляется возможным установить. Чем сложнее ОСЭ, тем меньше он допускает возможность его количественного описания. В этом случае для обоснования принятия решения СЭ формирование и выбор предпочтительного (оптимального) варианта ЭР может производиться на основе комплексирования результатов, полученных с помощью математических методик по частным (информационным, внутрисистемным) показателям оценки существенных свойств элементов в структуре ОСЭ.

Предположим, что цель синтеза ЭР определена заказчиком экспертизы по результатам анализа результатов конфликтного взаимодействий субъектов. Для реализации данной цели СЭ используется система методик исследования свойств ОСЭ, на основе которой им производится оценка эффективности формируемых k-х вариантов решений в составе M_{kl} структурных l-го типа элементов. Она составляет основу формализации задачи синтеза структуры и содержания ЭР, где СЭ определяется и формализуется область поиска оптимального решения – исходное Ω_k множество допустимых вариантов решения. На данном множестве A осуществляется поиск $A^*_k \in \Omega_k$ варианта, удовлетворяющего условию оптимальности – системе отношений предпочтений (F) и вытекающих из агрегативного представления системы требований (задач) заказчика на синтез ЭР.

Как правило, система предпочтений заказчика формулируется в категориях анализа требуемых существенных свойств – состава, структуры, характеристик и состояния (способов применения) ОСЭ на множестве вариантов структуры синтезируемого ЭР с учетом ряда функциональных, структурных и информационных ограничений ($\Omega_A^{k^*}$), которыми альтернативные варианты решения проверяются по существенным свойствам ОСЭ в условиях априорной неопределенности действий субъектов конфликта. Определяющая модель выбора $M(A^*_k, F)$ является инвариантной совокупности требований заказчика и реализуется на множестве вариантов $A^*_k \in \Omega_k$, соответствующих интегральным и частным уровням внешне- и внутрисистемного синтеза ЭР, то есть выполнение требований подлежит уточнению на этих уровнях. Множество Ω_k формируется СЭ на основе анализа целей, функций, существенных свойств и состояния ОСЭ.

Корректный выбор модели $M(A^*_k, F)$ анализа допустимых вариантов решений СЭ на множестве Ω позволяет осуществить выбор $A^*_k \in \Omega_k$, реализующего цель синтеза ЭР.

Для формализации процесса синтеза ЭР представим систему предпочтений заказчика в виде функций, зависящих от определяемого по частным показателям качества $U(A_k) = \{U_1(A_k), U_2(A_k), \dots, U_{\text{m}}(A_k)\}, A_k \in \Omega_k$ состава его элементов, для чего при их определении СЭ устанавливаются отношения предпочтения F в модели выбора $M(A_k, F)$. Для этого из набора показателей $U(A_k)$ выделяется вектор частных критериев $W(A_k) = \{W_1(A_k), W_2(A_k), \dots, W_{\text{n}}(A_k)\}$, функционально отражающий качество элементов на соответствующем уровне синтеза ЭР. Компоненты этого вектора $W_i(A_k), i = 1, 2, \dots, n$ выбираются из условия удовлетворения лучшему значению i-го качества большего значения $W_i(A_k)$.

Остальные характеристики $V(A_k) = \{V_1(A_k), V_2(A_k), \dots, V_m(A_k)\}$ используются для формирования ограничений, выделяющих множество Ω, которое является конечным. Отношения же предпочтения F определяются посредством векторного критерия эффективности $W_i(A_k)$ с помощью бинарных отношений Парето.

Из-за наличия большого множества формализуемых предпочтений и ограничений в модели выбора и принципа оптимальности решение задачи синтеза решения СЭ представляет значительную сложность, что требует представления им на этапе внешнего синтеза структуры синтеза ЭР в виде иерархии уровней детализации. При этом на каждом уровне детализации ЭР система предпочтений реализуется на меньшем множестве альтернатив $A_k \in \Omega_k$, формальная модель предпочтений которых $M(A_k, F)$ получается адекватной аппроксимацией системы предпочтений.

Исходя из этого описание задачи $\Omega \to A_F = Max\, M(A_k, F)$ на m-х исходных уровнях детализации решения СЭ представим в виде соотношений

$$l^{x+1} = f_{x+1}(l^x); \quad A_k^{x+1} = f_{x+1}(A_k^x);$$
$$l^x \in A_k^x \subset A; \quad l^{x+1} \in A_k^{x+1} \subset A,$$

где $x = 0, 1, \dots, m-1, m$ – число уровней синтеза решения СЭ, а $f_{x+1}(A_k^x)$ – отображение (в общем случае вектор), полученное по результатам оценки эффективности l-х элементов k-х вариантов решения СЭ, которое переводит множество A_k^x в множество A_k^{x+1}.

Каждый вектор A_k^{x+1} получается из A_k^x агрегированием при помощи вектор функции f_{x+1} и дает более целостное описание решения СЭ, чем предыдущий A_k^x уровень. На каждом $(x+1)$-м уровне задается отношение F_{x+1}. Отношения F_{x+1} и F_x имеют один и тот же содержательный смысл, но отличаются по полноте учитываемых свойств. Отношение F_{x+1} строится на более общей информации о решении СЭ, чем F_x.

Каждому уровню детализации синтеза решения СЭ соответствует определенная форма модели выбора.

При невыполнении элементами решения СЭ требований, определенных моделью выбора $M(A_k^*, F)$, осуществляется последовательный переход на следующий уровень $(x+2)$ с последующим построением функции f_{x+1}^{-1}, восстанавливающей по A_k^{x+2} образы A_k^{x+1}, то есть решается рекуррентное соотношение вида

$$A_{F_x} = Max\, M\{f_{x-1}^{-1}(A_{F_{x-1}}), F_x\}, x = m-1, m-2, \dots, 1, 0 \qquad (11)$$

с начальным условием $A_{F_m}^* = A_{F_m} = Max\, M(A_m, F_m)$, где $f_{x-1}(A_{F_{x-1}}^*)$ – образ множества $A_{F_{x-1}}^*$ при отношении $f_{x-1} : A_{x-1} \to A_x$.

Процесс нахождения из (11) алгоритмически можно представить в виде диаграммы

$$A_{F_{x-1}}^* \to A_{F_x}^* = Max\, M\{f_{x-1}^{-1}(A_{F_{x-1}}^*), F_x\}, \qquad (12)$$

последовательная процедура нахождения элементов множества $A_{F_x}^*$ которой представляет детализацию вариантов решения СЭ при переходе от одного уровня детализации синтеза ЭР к другому, обеспечивая при этом синтез альтернативных вариантов решения.

Из выражения (12) следует, что процедура нахождения множеств $A_{F_x}^*$ состоит из последовательных «вложенных» друг в друга этапов, на каждом из которых решаются задачи построения обратного отображения f_{x+1}^{-1}, определяющего полный прообраз множества $A_{F_{x+1}}^*$, выделенного на предыдущем этапе (обратная задача), и задачи построения множества максимальных элементов в $(f_{x+1}^{-1}(A_{F_{x+1}}^*), F_x)$ модели (задача многокритериальной оптимизации). То есть информационный процесс синтеза ЭР представляет последовательную цепочку решения обратных задач и задач оптимизации на основе методик эффективности A_k вариантов решений СЭ. При необходимости уточнения (корректировки) ЭР оно представляется в виде последовательной цепочки вариантов (образов) решений $A_0^m \to A_0^{m-1} \to \dots \to A_0^1 \to A_0^0$ и подвергается более детальному анализу на более полных моделях определения существенных свойств ЭР. После этого каждое ЭР проверяется и уточняется до удовлетворения требований заказчика экспертизы.

Заключение

Разработанные основы функционально-целевого метода оптимизации деятельности СЭ позволяют выделить и поставить задачу синтеза экспертного заключения, провести формализацию и ее декомпозицию на ряд функций, поставить им в соответствие методики, провести с их помощью оценку эффективности по интегральному показателю эффективности и обоснованно выбрать рациональный (оптимальный) вариант ЭР с учетом системы требований заказчика.

***Рецензент: Бурый Алексей Сергеевич,** доктор технических наук, заместитель начальника научного отдела ФГБУ «Институт стандартизации», Москва, Российская Федерация. E-mail: a.s.burij@gostinfo.ru*

Список литературы

1. Мистров Л.Е., Сербулов Ю.С. Методологические основы синтеза информационно обеспечивающих функциональных организационно-технических систем. – Воронеж: Научная книга, 2007. – 232 с.
2. Мистров Л.Е., Мишин А.В., Плотников С.Н. Категории синтеза информационных систем обеспечения конфликтной устойчивости взаимодействия организационно-технических систем // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2018. – № 4 (44). – С. 209–219.
3. Емельянов С.В., Олейник А.Г., Попков Ю.С., Путилов В.А. Информационные технологии регионального управления. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 400 с.
4. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
5. Мистров Л.Е. Основы методологии автоматизированного проектирования организационно-технических систем // Автоматизация и современные технологии. – 2005. – № 6. – С. 3–13.
6. Кукушкин А.А. Теоретические основы автоматизированного управления. Ч. 1: Основы анализа и оценки сложных систем. – Орел: Изд-во ВИПС, 1998. – 254 с.
7. Шрейдер Ю.А., Шаров А.А. Системы и модели. – М.: Радио и связь, 1982. – 160 с.
8. Мистров Л.Е. Теоретико-множительные свойства цели принятия справедливых решений органами судебной власти по разрешению конфликтов / Общество, право, правосудие. Сб. материалов Всероссийской НПК. Часть 2. – Воронеж: ЦФ ГОУ ВПО «Российская академия правосудия». – 2010. – С. 383–389.
9. Шрейдер Ю.А. Равенство, сходство, порядок. – М.: Наука, 1971. – 257 с.
10. Поспелов Г.С., Ириков В.А. Программно-целевое планирование и управление. – М.: Сов. радио, 1975. – 440 с.
11. Федулов А.А., Федулов Ю.Г., Цыгичко В.Н. Введение в теорию статистически ненадежных решений. – М.: Статистика, 1979. – 275 с.

References

1. Mistrov, L.E., Serbulov, Yu.S. Methodological Foundations of the Synthesis of Information-Supporting Functional Organizational-Technical Systems. Voronezh: Nauchnaya Kniga, 2007, 232 p.
2. Mistrov, L.E., Mishin, A.V., Plotnikov, S.N. Categories of Synthesis of Information Systems for Ensuring Conflict Stability in the Interaction of Organizational-Technical Systems. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation, 2018, no. 4 (44), pp. 209–219.
3. Emelianov, S.V., Oleinik, A.G., Popkov, Yu.S., Putilov, V.A. Information Technologies of Regional Management. Moscow: Editorial URSS, 2004, 400 p.
4. Anfilatov, V.S., Emelianov, A.A., Kukushkin, A.A. Systems Analysis in Management: A Textbook. Moscow: Finance and Statistics, 2002, 368 p.
5. Mistrov, L.E. Fundamentals of the Methodology of Automated Design of Organizational and Technical Systems. Automation and Modern Technologies, 2005, no. 6, pp. 3–13.
6. Kukushkin, A.A. Theoretical Foundations of Automated Control. Part 1: Fundamentals of Analysis and Evaluation of Complex Systems. Orel: VIPS Publishing House, 1998, 254 p.
7. Shreider, Yu.A., Sharov, A.A. Systems and Models. Moscow: Radio and Communications, 1982, 160 p.
8. Mistrov, L.E. Multiplier-theoretical properties of the goal of making fair decisions by judicial bodies in conflict resolution. Society, Law, Justice. Collection of materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Part 2 – Voronezh: Center of the State Educational Institution of Higher Professional Education "Russian Academy of Justice", 2010, pp. 383–389.
9. Shreider, Yu.A. Equality, Similarity, Order. – Moscow: Nauka, 1971. – 257 p.
10. Pospelov, G.S., Irikov V.A. Program-targeted planning and management. Moscow: Sov. Radio, 1975, 440 p.
11. Fedolov, A.A., Fedolov, Yu.G., Tsygichko, V.N. Introduction to the Theory of Statistically Unreliable Decisions. – Moscow: Statistika, 1979, 275 p.