

МЕТОД ОБОСНОВАНИЯ ТИПОВЫХ СИТУАЦИЙ В ЗАДАЧЕ СИНТЕЗА РЕШЕНИЙ ПО РАЗРЕШЕНИЮ КОНФЛИКТОВ

Мистров Л.Е., д-р техн. наук, доц., профессор кафедры, ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Центральный филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный университет правосудия», гл. спец. ФГБУ «Институт стандартизации»

Андрусов В.А., преподаватель ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Шерстяных Е.С., младший научный сотрудник ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Предлагается метод обоснования типовых конфликтных ситуаций для разрешения различного уровня способов конфликтного взаимодействия организационно-технических систем (ОТС) за владение (использование) находящихся в сфере их интересов ресурсов. Метод основывается на формализованном представлении на функциональном, структурном и параметрическом аспектах анализа многоуровневого конфликта ОТС, выделения элементарных признаков распознавания ситуаций, их классификации и формирования классов эквивалентных ситуаций, определения стратегий сторон в динамике конфликта и выбора предпочтительной типовой ситуации – основы обоснования проектов решений по разрешению конфликтов. Основу метода составляют положения теорий конфликта, системного анализа, принятия решений, нечетких множеств и распознавания образов.

Ключевые слова: организационно-техническая система, конфликт, функциональный, структурный и параметрический аспекты анализа, класс эквивалентных ситуаций, выбор предпочтительной ситуации.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях выполнение практически всех важных задач осуществляется организационно-техническими системами (ОТС) на основе распределения ресурса элементов для достижения поставленных целей в различных типах конфликтах за того или иного вида (типа) ресурса. При разработке ОТС обоснованных решений по их разрешению задача синтеза состоит в обосновании облика проекта решения (ПР), достаточного для принятия в качестве основы решения для разрешения различного рода, типа и сложности социально-экономических конфликтов.

Сложность конфликтов определяется составом и структурой участвующих в нем сторон. Характерным при решении задачи синтеза ПР является нечеткость и неопределенность исходных представлений об сторонах конфликта, причине, начале, развертывании и завершении конфликта, участвующих в нем сторон, их задачах, составе, структуре, характеристиках и стратегиях действий. Это выдвигает на первый план необходимость более широкого рассмотрения и последовательного введения системы основных понятий,

принципов и категорий синтеза. Основу оценки эффективности и обоснование основных тактико-технических характеристик (ТТХ) к проектам решений (ПР), применяемых ОТС для реализации целей по разрешению конфликтов проводится на уровне типовой конфликтной ситуации (ТКС), являющейся формализованной агрегированной процедурой замены всего перечня исходных данных их типовыми представителями. Она позволяет структурировать проблему синтеза ПР ОТС и делает возможным применения существующих методов анализа и синтеза сложных систем для принятия решений. Это определило целевую направленность предлагаемой статьи.

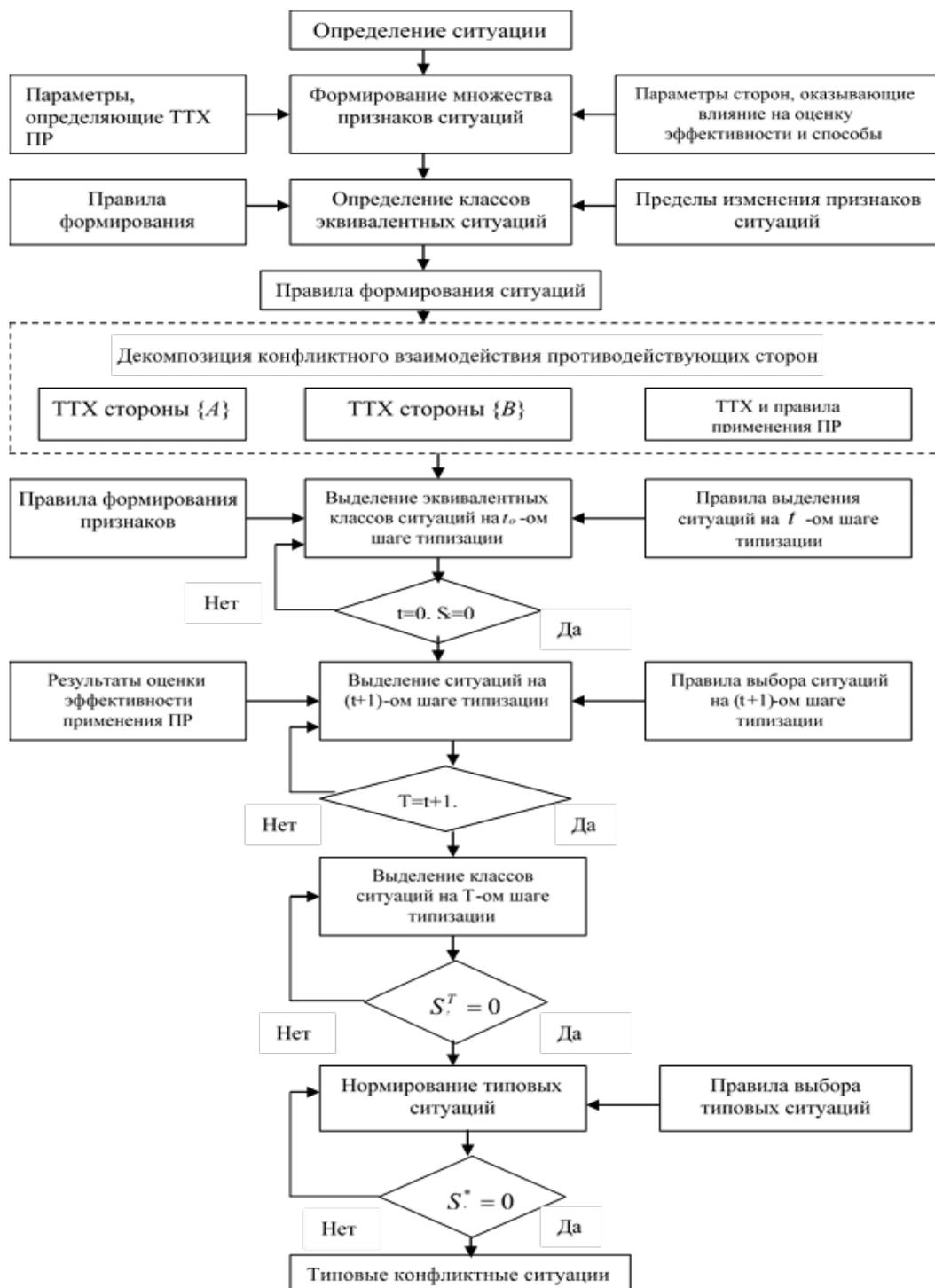
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Предлагаемый метод (укрупненная блок-схема алгоритма метода выделения и классификации типовых ситуаций предназначен для проведения формализации и типизации динамики конфликта сторон (в общем случае, могут рассматриваться конфликты уровня: «один против (\leftrightarrow)

одного», «группа ↔ группа», «организация ↔ организация» и т.д., а также множество их возможных комбинаций) при решении задачи по разрешению конфликта с высокой степенью объективности и построения достаточно хорошей стратегии при обосновании ТТХ ПР ОТС.

Существо метода состоит в построении классов эквивалентных ситуаций S_1, S_2, \dots, S_n посредством вводимых элементарных признаков (ситуация входит в один из этих классов S_p , если для нее имеются элементарные признаки, характеризующие этот класс). Для построения классов ис-

Укрупненная блок-схема алгоритма метода выделения типовых конфликтных ситуаций



пользуются ситуации, входящие в множество S – множество возможных ситуаций, возникающих в процессе конфликтного взаимодействия сторон с противоположными целями. Множество ситуаций множества S , которые не входят ни в один из классов S_1, S_2, \dots, S_n условно обозначим через S_{n+1} . Классы S_1, S_2, \dots, S_n строятся посредством фиксированных аксиоматических формул (правил), а последний класс S_{n+1} не задается посредством формул, так как этот класс определяется заданием классов S_1, S_2, \dots, S_n . Когда уже имеются классы $S_1, S_2, \dots, S_n, S_{n+1}$, искомая стратегия будет заключаться в следующем: найти для $t \in T$ элементарных отрезков времени (шагов) развития процесса конфликта типовую ситуацию $S_i^* \in S_i^1$ [1], определенную с помощью приведенных ниже правил, которую целесообразно использовать в качестве типовой для оценки эффективности и последующего обоснования ТТХ ПР ОТС.

Под ситуацией понимается совокупность элементарных ситуаций, развивающихся во времени и пространстве и имеющих определенные последствия. Каждая ситуация характеризуется [1] обстановкой, зафиксированной на какой-то t_0 -ой момент времени, процессами, происходящими в дальнейшем и результатами последствия, связанные между собой сложными взаимными отношениями. В формализованном виде каждая ситуация (S_i) представляется зависимостью

$$S_i = W_i^t \bigcap_i T_i^{t+1} \bigcap_i P_i^T, \tag{1}$$

$$S_i \in S; \quad t = \overline{t_0, T-1}; \quad i = \overline{1, I},$$

где W_i^t – вектор параметров, характеризующий состояние сторон, а также условия развития конфликта на t_0 -ой момент времени; T_i^{t+1} – вектор параметров, характеризующий динамику взаимодействия сторон; P_i^T – вектор последствий, характеризующий результат взаимодействия сторон на момент времени T ; T – момент времени фиксации ситуации, совпадающий с достижением одной из сторон целей в конфликте (т.е., фактическое прекращение конфликта); S – множество ситуаций; I – количество возможных ситуаций.

Под ТКС понимаются наиболее часто встречающаяся ситуация. Для нее характерно наличие сравнительно большого числа (частоты) повторений элементарных признаков W_i^t, T_i^{t+1} и P_i^T .

¹ В множестве для упрощения проведения расчетов введем определение эквивалентности ситуаций: ситуации считаются эквивалентными ($S_i \approx S_j$) и входящими в один из классов S_1, S_2, \dots, S_n , если: а) несколько отличных друг от друга ситуаций обладают одними и теми же элементарными признаками того или иного вида; б) при проведении некоторых преобразований (например, параллельный перенос) ситуации приводятся одна к другой; в) признаки ситуации находятся в пределах данной точности ТТХ ПР. Ситуации, у которых элементарные признаки изоморфны между собой, называются классами эквивалентности.

Математически постановку метода определения ТКС (S_i^*) можно сформулировать следующим образом: требуется из множества возможных решений (Q) найти

$$S_i^* \in S, \quad S_i^* = (\omega_i^t)^* \bigcap_i (\tau_i^{t+1})^* \bigcap_i (p_i^T)^*, \tag{2}$$

$$\omega_i^t \in W_i^t, \quad \tau_i^{t+1} \in T_i^{t+1}, \quad p_i^T \in P_i^T, \quad i = \overline{1, Q}, \quad t = \overline{t_0, T-1},$$

такое, для которого однозначное отображение (решение) из $\{S_i^*\} \rightarrow S$ индуцирует разбиение множества S на классы эквивалентных ситуаций, в каждой из которых входят ТКС, «одинаковые» с с позиции ОТС.

В (2) $(\omega_i^t)^*, (\tau_i^{t+1})^*$ и $(p_i^T)^*$ соответственно наиболее предпочтительные варианты векторов W_i^t, T_i^{t+1} и P_i^T .

Следует отметить, что особенностью метода по выделению ТКС $S_i^* \approx S_i$ является наличие в задаче множества элементарных признаков Ω ($\omega_i \in \Omega$) различной физической природы и содержания, перечень которых исходя из предназначения ситуации и заданного варианта действий, определяется совокупностью свойств, вытекающих и характеризующих перечень ТТХ ПР ОТС. При этом только определенный набор признаков гарантированно приводит к разделению ситуаций.

В настоящее время такие задачи решаются путем проведения декомпозиции задачи (1) на ряд частных и последующей сверткой полученных результатов решения частных задач в единое целое. С учетом этого, проведем определение каждого из слагаемых (1) и, исходя из предназначения ситуации, определим элементарные признаки $\omega_i \in \Omega$, позволяющие выделить ситуацию (класс ситуаций²) и проинвестировать их типизацию.

Наиболее полной характеристикой ситуации в t_0 -ой момент времени является вектор внешних условий обстановки W_i^t , характеризующий состояние сторон {A} и {B}, а также пространственно-временных условий конфликтного взаимодействия, который формализовано можно представить в виде

$$W_i^t = B_i^t \bigcap_i A_i^t \bigcap_i P_i^t \bigcap_i Y_i^t, \tag{3}$$

где B_i^t и A_i^t – вектора параметров, характеризующие состояние анализируемых элементов стороны {A} и {B} (типы и основные характеристики) на t_0 -ой момент времени; R_i^t – вектор параметров, характеризующий основные ТТХ ПР, для разрешения конфликта сторон на t_0 -ой момент вре-

² В дальнейшем при решении задачи для устранения терминологической путаницы будем пользоваться выражением «выделение ситуации», понимая под ним «выделение класса ситуаций» и считая процесс определения $S_i^* \subset S$ элементарным.

мени; Y_i^t – вектор параметров, количественно характеризующий условия конфликта на t_0 -ой момент времени.

Наиболее предпочтительные значения оценок вектора W_i^t ищутся в виде

$$f: W_i^t \rightarrow (\omega_i^t)^*, \quad (4)$$

$$(\omega_i^t)^* = (b_i^t)^* \cap (\acute{a}_i^t)^* \cap (r_i^t)^* \cap (y_i^t)^*,$$

$$(b_i^t)^* \in B_i^t, \quad (\acute{a}_i^t)^* \in B_i^t, \quad (r_i^t)^* \in R_i^t, \quad (y_i^t)^* \in Y_i^t, \\ t = t_0, \dots, T-1,$$

где $(b_i^t)^*$, $(\acute{a}_i^t)^*$, $(r_i^t)^*$ и $(y_i^t)^*$ – соответственно наиболее предпочтительные значения векторных оценок векторов B_i^t , B_i^t , R_i^t и Y_i^t .

Важной характеристикой ситуации выступает также и вектор T_i^{t+1} , учитывающий динамику развития параметров ситуации во времени. Для упрощения, заменяя непрерывные значения вектора изменения остановки W_i^t во времени T_i^{t+1} его дискретными значениями и с учетом ранее сделанных предположений, получим формализованное представление данного вектора

$$T_i^{t+1} = B_i^{t+1} \cap B_i^{t+1} \cap R_i^{t+1} \cap Y_i^{t+1} \quad (5)$$

где B_i^{t+1} , B_i^{t+1} , R_i^{t+1} и Y_i^{t+1} – соответственно вектора, несущие тоже смысловое значение, что и в (3), но учитывающие динамику развития ситуации во времени (на момент времени $(t+1)$).

Наиболее предпочтительные значения вектора T_i^{t+1} по аналогии с формулой (4) ищутся как

$$f: T_i^{t+1} \rightarrow (\tau_i^{t+1})^*, \quad (6)$$

$$(\tau_i^{t+1})^* = (b_i^{t+1})^* \cap (\acute{a}_i^{t+1})^* \cap (r_i^{t+1})^* \cap (y_i^{t+1})^*$$

$$(b_i^{t+1})^* \in B_i^{t+1}, \quad (\acute{a}_i^{t+1})^* \in B_i^{t+1}, \quad (r_i^{t+1})^* \in R_i^{t+1}, \\ (y_i^{t+1})^* \in Y_i^{t+1}, \quad t = t_0, \dots, T-1,$$

где $(b_i^{t+1})^*$, $(\acute{a}_i^{t+1})^*$, $(r_i^{t+1})^*$ и $(y_i^{t+1})^*$ – соответственно наиболее предпочтительные значения оценок векторов B_i^{t+1} , B_i^{t+1} , R_i^{t+1} и Y_i^{t+1} .

Вектор последствия P_i^T , количественно характеризующий результат конфликтного взаимодействия сторон на момент времени T , по аналогии с формулами (3) и (5) формализовано может быть представлен в виде

$$P_i^T = B_i^T \cap B_i^T \cap P_i^T \cap Y_i^T, \quad (7)$$

где B_i^T , B_i^T , P_i^T и Y_i^T – соответственно вектора, несущие тоже смысловое значение, что и в формуле (3), но учитывающие развитие ситуации на момент времени T .

Наиболее предпочтительные значения оценок вектора, по аналогии с формулой (4), ищутся как

$$f: P_i^T \rightarrow (p_i^T)^*, \quad (8)$$

$$(p_i^T)^* = (b_i^T)^* \cap (\acute{a}_i^T)^* \cap (r_i^T)^* \cap (y_i^T)^*$$

$$(b_i^T)^* \in B_i^T, \quad (\acute{a}_i^T)^* \in B_i^T, \quad (r_i^T)^* \in R_i^T, \quad (y_i^T)^* \in Y_i^T, \\ t = t_0, \dots, T-1,$$

где $(b_i^{t+1})^*$, $(\acute{a}_i^{t+1})^*$, $(r_i^{t+1})^*$ и $(y_i^{t+1})^*$ – соответственно наиболее предпочтительные значения векторных оценок векторов B_i^T , B_i^T , P_i^T и Y_i^T .

При использовании ТКС для обоснования состава и основных ТТХ ПР необходимо осуществить выделение начальных (целевых) ситуаций на t_0 -ом шаге типизации для чего требуется определить решающие правила выбора данных ситуаций.

ПРАВИЛА ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕЛЕВЫХ СИТУАЦИЙ

Для определения оценок вектора B_i^t (B_i^t , P_i^t и Y_i^t , $t=t_0, \dots, T-1$) необходимо проведение факторизации пространства параметров на функциональном, структурном и параметрическом аспектах [6, 7] на основе множества элементарных признаков, характеризующих конфликт сторон {A} и {B} с учетом особенностей разработки ПР. В этом случае вектор, характеризующий сторону B_i^t в сокращенной записи можно представить в виде

$$B_i^t = \tilde{B}_i^t \cap \bar{B}_i^t \cap \hat{B}_i^t, \quad (9)$$

где \tilde{B}_i^t , \bar{B}_i^t , \hat{B}_i^t – соответственно вектора, описывающие сторону {B} по функциональному, структурному и параметрическому признакам на t_0 -ый момент времени.

В свою очередь, вектор \tilde{B}_i^t , характеризующий сторону {B}, исходя из функциональных признаков, определяется $j=(1, \dots, K)$ – множеством критериев (показателей), по которым оценивается каждый элемент стороны {B}, $x=(x_1, \dots, x_K)$ – множеством порядковых шкал критериев и ω_j ($j=1, \dots, K$) – числом градаций по шкале j -го критерия.

Предполагается, что имеющиеся значения на шкале каждого критерия перенумерованы в порядке убывания их качества (т.е. лучшей градации по j -му критерию соответствует его наибольшее значение, а худшей – ω_j). Тогда $x_j=(max, \dots, \omega_j)$.

С учетом этого вектор \tilde{B}_i^t в общем виде может быть представлен зависимостью

$$\tilde{B}_i^t = \tilde{b}_{i1}^t \cap \tilde{b}_{i2}^t \cap \dots \cap \tilde{b}_{ij}^t \cap \dots \cap \tilde{b}_{iK}^t, \quad (10)$$

$$L = |\tilde{B}_j^t| = \prod_{i=1}^K \omega_j, \quad \tilde{b}_j^t \in \tilde{B}_j^t, \quad \tilde{b}_j^t = (\tilde{b}_{j1}^t, \tilde{b}_{j2}^t, \dots, \tilde{b}_{jK}^t) \\ j = 1, \dots, K,$$

где K – множество критериев, по которым оценивается сторона $\{B\}$ по тактическому признаку; \tilde{b}_j^t – функциональный элементарный признак применения стороны $\{B\}$ в t_0 -ый момент времени, оказывающий определяющее влияние

на обоснование требований к ТТХ ПР; \tilde{B}_j^t – градация по шкале j -го критерия, приписанная векторной оценке \tilde{b}_j^t ; L – мощность множества \tilde{B}_j^t .

Для определения типовых (наиболее встречающихся) численных значений (\tilde{b}_j^t) элементарных признаков j -ых критериев (по X_j их порядковых шкал) вектора \tilde{B}_i^t осуществим, используя антирефлексивное и транзитивное отношения строгого доминирования P^0 , определяемого на \tilde{B}_i^t порядковостью шкал критериев с учетом частот (f_{ij}) появления оценок по формуле

$$P^0 = \{ (\tilde{b}_j^t, \tilde{b}_{i+1,j}^t) \in \tilde{B}_j^t \times \tilde{B}_j^t / \forall i = 1, \dots, Q, \quad (11)$$

$$\tilde{b}_j^t \leq \tilde{b}_{i+1,j}^t / f_j \leq f_{i+1,j}, \text{ тогда } \exists p \quad \tilde{b}_p^t < \tilde{b}_{p+1}^t / f_p < f_{p+1} \}$$

$$\tilde{b}_j^t \in \tilde{B}_j^t, \quad Q \in Q, \quad f_j = \tilde{b}_j^t / \sum_{i=1}^Q \tilde{b}_j^t,$$

где Q' – число вариантов решений; f_j – частота появления \tilde{b}_j^t решения (векторной оценки).

В соответствии с этим выбор наиболее предпочтительного решения в \tilde{B}_i^t можно представить следующим образом: требуется найти решение на

$$f: \tilde{B}_i^t \rightarrow \{ \tilde{b}_j^t, i = 1, \dots, Q' \} \quad (12)$$

$$\bigcup_{i=1}^Q \tilde{b}_j^t = \tilde{B}_i^t, \text{ такое, что если } \exists (\forall i = 1, \dots, Q')$$

$$\text{и } \tilde{b}_j^t / f_j \in P^0 \text{ то } \tilde{b}_j^t / f_j \in \tilde{B}_j^t, \tilde{b}_j / f_j \in \tilde{B}_K,$$

$$k > 1, \quad Q \in Q$$

Последнее выражение означает, что никакая оценка из \tilde{B}_i^t не может быть отнесена к менее предпочтительному решению на выбор элементарных признаков, чем та, над которыми она доминирует.

$$\text{Если } \{ \tilde{b}_j : \tilde{B}_j \} \Rightarrow \tilde{b}_j = \tilde{b}_j^*, \quad (13)$$

то с учетом этого значение наиболее предпочтительной оценки вектора \tilde{B}_i^t может быть определено как

$$(\bar{b}_i^t)^* = \bigcap_{j=1}^K \bigcap_{i=1}^Q (\bar{b}_j^t)^*. \quad (14)$$

Поступая аналогичным образом, определяется и вектор \bar{B}_i^t (\hat{B}_i^t), характеризующий сторону $\{B\}$ исходя из структурных признаков с учетом ранее введенных обозначений

$$\bar{B}_i^t = \bar{b}_{i1}^t \cap \bar{b}_{i2}^t \cap \dots \cap \bar{b}_{ij}^t \cap \dots \cap \bar{b}_{iK}^t, \quad (15)$$

$$L = |\bar{B}_j^t| = \prod_{i=1}^K \omega_j, \quad \bar{b}_j^t \in \bar{B}_j^t, \quad \bar{b}_j^t = (\bar{b}_{j1}^t, \bar{b}_{j2}^t, \dots, \bar{b}_{jK}^t) \\ j = 1, \dots, K,$$

где K – множество критериев, по которым оценивается сторона $\{B\}$ по структурным признакам; \bar{b}_{ij}^t – системотехнический признак, характеризующий сторону $\{B\}$.

Согласно решающих правил (1)...(13) определяются наиболее предпочтительные значения оценки $\bar{B}_{ij}^t \in \bar{B}_i^t$ (\bar{b}_{ij}^t)*, позволяющие в явном виде найти решение (15)

$$(\tilde{b}_i^t)^* = \bigcap_{j=1}^K \bigcap_{i=1}^Q (\tilde{b}_j^t)^*. \quad (16)$$

С учетом формул (2), (14) и (16) предпочтительное решение (10) может быть определено как

$$b_i^t : B_i^t \rightarrow (b_i^t)^* = (\tilde{b}_i^t)^* \cap (\bar{b}_i^t)^*, \quad B_i^t \in B_j^t. \quad (17)$$

Вектора параметров B_i^t, R_i^t и Y_i^t , количественно характеризующие соответственно состояние конфликтующих сторон $\{A\}$ и $\{B\}$, ПР ОТС и пространственно-временные условия динамики конфликта, определяются аналогично формул (10) – (14), (17).

В результате решения задачи на выходе формируются классы начальных ситуаций, принимаемые за обобщенные исходные данные при разработке ПР ОТС по разрешению социально-экономических конфликтов.

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КЛАССОВ СИТУАЦИЙ

Классы ситуаций S_1, S_2, \dots, S_n последовательно получаются из множества элементарных признаков $\omega_i \in \Omega$. Каждый из этапов выделения ситуации на t_0 -ом и $(t+1)$ -ом шагах

$t = \overline{t_0, \dots, T-1}$ имеют свои особенности.

а) Этап выделения класса ситуаций на t_0 -ом шаге

На данном этапе для каждой $S_i = S_i < \omega_i, S >$, характеризуемой множеством элементарных признаков Ω на множестве S определяется среднее число элементарных признаков S_i и их стандартное отклонение σ_j от истинного значения $n_{сп}$, т. е.

$\forall S_i = S_i < \omega_i, S >$ найти

$$\exists! \{S_i, \Omega\} \Rightarrow n_{спij} = \bigcup_{j=1}^J n_{ij} / \sigma_{ij} \leq \sigma_{ijзад}, \quad (18)$$

$\sigma_j = \sigma_{imin}, \dots, \sigma_i^*, \dots, \sigma_{imax}$ и для заданного σ_i найти

такое $\{S_j\}$, которое индуцирует $\{S_i\} \Rightarrow S_i^*, i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}$.

б) Этап выделения класса ситуаций на $(t+1)$ -ом шаге

Формирование классов ситуаций на $(t+1)$ -ом шаге возможно осуществлять, согласно [2], с использованием многошаговых конечных игр с нулевой суммой и полной информацией о составе, структуре, характеристиках и стратегиях поведения сторон $\{B\}, \{A\}$ и ПР ОТС, исключая возможности случайных шагов.

Множество возможных ситуаций игры, обозначаемой через C , определим как множество позиций. Пусть множество C состоит из двух непересекающихся подмножеств C'' и C' , $C-C'' \cup C', C'' \cap C' = \emptyset$. Множество всевозможных ходов стороны $\{A\}$ определим как C'' (сторона $\{B\} - C'$). Процесс при разработке ПР ОТС заключается в анализе и поочередном сравнении действий и противодействий сторон. Игра начинается с анализа применения элементов стороны $\{A\}$ на основе анализа и выбора её хода из генерируемого количества ходов. Во время очередного хода из соответствующего множества ходов, устанавливаемого в соответствии с правилом [5]

$$\begin{aligned} \forall N_i \in N_o, i = \overline{1, \dots, N_o} = \\ = Arg \max_{\{n_j, g_j\}} \min_{\{B\}} N_y^i \{n_j, g_j, \psi, B\} \geq N_{yном}^i, \\ \sum_{j=1}^J g_j = G, N_r < N_o, B \in B, i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, \end{aligned} \quad (19)$$

выбирается желаемый ход.

В формуле (19) обозначения имеют следующий смысл: N_o – число элементов стороны $\{A\}$, участвующих в конфликте; I – число типов элементов стороны $\{A\}$; N_y^i – математическое ожидание числа элементов, преодолевших действие стороны $\{B\}$; n_j – количество средств (мероприятий) j -го типа, входящих в состав ПР ОТС; N_r – общая номенклатура средств (мероприятий), предлагаемых для включения в ПР ОТС; g_j – способы применения средств j -го типа; G – общее количество способов, реализованных средствами j -го типа; Ψ – совокупность параметров, определяющих условия разработки ПР ОТС, в том числе варианты действий сторон $\{A\}$ и $\{B\}$ в конфликте, ТТХ средств и т.д.; $N_{yном}^i$ – потенциальная эффективность решения задачи элементами j -го типа стороны $\{A\}$; B – множество реализуемых алгоритмов (стратегий) функционирования стороны $\{B\}$ при снижении эффективности действий стороны $\{A\}$.

Во множестве ситуаций S выделим подмножество $\overline{S} \in S$ – множество конечных ситуаций. Если на этапе разработки ПР ОТС приходим к ситуации, которая принадлежит к \overline{S} , то игра на $(t+1)$ -ом шаге считается завершённой. Последовательность ситуаций из множества S определим законченной, если эта последовательность удовлетворяет следующим условиям

$$S_i \in S / \overline{S}; S_i \in \overline{S}, S_i \neq S_j \quad (20)$$

когда $i \neq j, i \leq I, j \leq J$, если $S_{2i} \in C''$, то $S_{2i+1} \in C'$, или если $S_{2i} \in C'$, то $S_{2i+1} \in C''$ при всяком $i = \overline{0, I/2}$.

С учетом этого для выделения классов ситуаций (ситуаций) на $(t+1)$ -ом шаге введем корреляционные правила перехода [1,2].

Переход $T^1_R(S_i)$ – этот переход для каждой $S_i \in C'$ дает множество тех ситуаций множества C'' , в которых действия стороны $\{A\}$ не обеспечивает разрешения в ситуации (не выполняется условие (19)) и исходя из которых, сделав ход, можно получить ситуацию \overline{S}_i . Он определен на множестве C' . Указанный переход, как и следующие ниже, строятся на основании правил игры (19). Следует отметить также, что для данной $S_i \in C'$ переход $T^1_R(S_i)$ может дать такие ситуации из множества $S_i \in C''$, в которых сторона $\{B\}$ выигрывает.

Переход $T^1_R(S_i)$ – этот переход для каждой $S_i \in C''$ дает множество всех тех ситуаций множества C' , в которых нет выигрыша со стороны $\{B\}$ и исходя из которых, сделав ход, сторона $\{B\}$ может получить ситуацию \overline{S}_i . Он определен на множестве C'' . Отметим, что для данной ситуации $S_i \in C''$ переход $T^1_R(S_i)$ может дать такие ситуации из множества C' , в которых действия стороны $\{A\}$ обеспечивает выигрыш в конфликте.

Переход $T^i_R(S_i)$ – это переход для каждой $S_i \in C''$ дает множество всех тех ситуаций множества C' , которые получаются из ситуации S_i применением тех или иных действий стороны {A}. Он определен на множестве C' .

Переход $T^i_R(S_i)$ – этот переход для каждой $S_i \in C'$ дает множество всех тех ситуаций множества C'' , которые получаются из ситуации S_i ходом стороны {B}. Он определен на множестве C' .

Классы ситуаций S_1, S_2, \dots, S_n последовательно получаются из множества S . При построении классов ситуаций будем основываться на выигрышных для того или иного варианта действий сторон из множества C'' , а проигрышные и неопределенные ни в одном классе ситуации располагаем в класс S_{n+1} . Применение стратегии (19), обозначим её как «стратегия \emptyset », выбирает такие ходы, которые приводят к выигрышу (S^*_i). При построении класса S_i , где $i \leq I$, должны иметь классы S_1, S_2, \dots, S_{i-1} . Следовательно, при построении нового класса S_i известны такие $S_i \in C'$, которые входят в классы S_1, S_2, \dots, S_{i-1} . С увеличением « i » увеличивается количество известных и уменьшается количество неопределенных ситуаций из C' .

Для построения классов ситуаций введем в рассмотрение существенные и устойчивые признаки.

Допустим $L(S_i) = \bigcup_{S_j \in T^i_R(S_i)} T^i_R(S_j)$, то есть $L(S_i)$ – это множество ситуаций, из которых с помощью перехода $T^i_R(S_i)$ можно перейти к ситуации S_i .

Обозначим через $I(S_i)$ следующее множество

$$I(S_i) = \{S_j \mid S_j \in S \& \exists S_z (S_z \in T^i_R(S_i) \& S_j \in T^i_R(S_z))\}. \quad (21)$$

Ясно, что $S_i \in I(S_i) \subset L(S_i) \subset C'$.

Обозначим через $L_1(S_i)$ дополнение подмножества $I(S_i)$ в множестве $L(S_i)$. С каждым элементарным признаком ω_i сопоставляется число $n(\omega_i, L(S_i))$ таким образом, чтобы, например, для ω_{i1} элементарного признака выполнялось условие

$$n(\omega_{i1}, L_1(S_i)) = \max_{\{\omega_i \in \Omega\}} n(\omega_i, L_1(S_i)). \quad (22)$$

Через $L_2(S_i)$ обозначается та часть множества $I(S_i)$, для ситуаций которой имеет место элементарный признак ω_{i1} , то есть

$$L_2(S_i) = \{S_j \mid S_j \in L_1(S_i) \bigcap_i \{\omega_{i1}(S_j) = \max\}\}. \quad (23)$$

Обозначим через ω_{i2} тот элементарный признак, для которого имеет место

$$n(\omega_{i2}, L_2(S_i)) = \max_{\{\omega_i \in \Omega\}} n(\omega_i, L_2(S_i)). \quad (24)$$

Ясно, что $n(\omega_{i2}, L_2(S_i)) \leq n(\omega_{i1}, L_1(S_i))$.

Продолжая таким образом, получим последовательность вложенных одно в другое множеств $L3, L4, \dots$, т.е.

$L(S_i) > L_1(S_i) > L_2(S_i) > \dots$. Этот процесс продолжается до тех пор, пока множество $L_j(S_i)$ окажется либо пустым, либо $L_j(S_i) = L_{j+1}(S_i)$. Предположим, что это произошло на t -ом шаге и получены последовательности множеств $L_1(S_i), L_2(S_i), \dots, L_t(S_i)$ и элементарных признаков $\omega_{i1}, \omega_{i2}, \dots, \omega_{it}$.

Существенным признаком для ситуации назовем выражение

$$Y_i = \omega_{i1}(S_i) \bigcap_i \omega_{i2}(S_i) \bigcap_i \dots \bigcap_i \omega_{it}(S_i) \quad (25)$$

Из множества $T^i_R(S_i)$ выберем такие ходы, которые приводят к ситуации $S_i \in S/\bar{S}$.

Ясно, что та же ситуация S_i получится, если сделать соответствующий ход из ситуаций множества $T^i_R(S_i)$. Но из ситуаций множества $T^i_R(S_i)$ посредством своих ходов можно получить ситуации, отличные от S_i , которые также будут принадлежать множеству S . Множество этих ситуаций вместе с ситуацией S_i обозначается через $I(S_i)$.

Построенное выражение $\omega_{i1}(S_i) \bigcap_i \omega_{i2}(S_i) \bigcap_i \dots \bigcap_i \omega_{it}(S_i)$ является конъюнкцией предикатов, которая имеет место для ситуаций и не имеет смысла для ситуации $L_t(S_i)$.

Устойчивым признаком для ситуации S_i называется конъюнкция тех элементарных признаков, которые принимают истинные (типовые) значения для всех ситуаций множества $L_t(S_i)$. Если существенный признак позволяет различать известные ситуации и неизвестные, то устойчивый признак дает общие свойства ситуации, которые в течение ходов не изменяются.

Исходя из этого, классом ситуаций S_i с учетом ранее введенного определения, будет являться конъюнкция существенных и устойчивых признаков. Класс имеет вид

$\omega_{i1}(S_i) \bigcap_i \omega_{i2}(S_i) \bigcap_i \dots \bigcap_i \omega_{it}(S_i)$, где ω_i – определенные элементарные признаки.

в) Этап выделения класса ситуаций на T -ом шаге

При формировании и распознавании классов ситуаций (ситуаций) в традиционной теории распознавания образов и в кластерном анализе центральную роль играет понятие «признак», способное обеспечить нахождение таких обобщенных описаний ситуаций, которые позволяли бы успешно решить задачу поиска однозначных решений

по нахождению $S_1, S_2, \dots, S_n, S_i \cap S_j = \emptyset$ и $\bigcup_i S_i = S$. Признаки выступают в качестве параметров, на основании которых происходит выделение обобщенных понятий и строится та или иная классификация.

Процедура формирования классов ситуаций, согласно метода предельных упрощений [3], состоит в конструировании пространства, в котором достижимо линейное разделение ситуаций. В качестве признаков рассматриваются только такие свойства систем и условий их конфликтного взаимодействия [], определенный набор которых приводит к линейному разделению ситуаций.

Пусть имеется множество $S = \{S_i\}$ и множество признаков $\Omega = \{\omega_i\}$, каждый из которых может принимать какое-нибудь значение из соответствующего множества значений признаков $\{\omega_i\}$. Все множества признаков предполагаются конечными. Введем в рассмотрение два класса ситуаций S_j и $S_i \in S$. Тогда любое свойство x_i разделит классы ситуаций на две, если S_j -ый класс ситуаций будет обладать этим свойством, а второй класс – нет. С учетом этого, признаками считаются такие свойства x_i , для которых существует сочетание индексов $i=1, \dots, j, \dots, n$ и $k=1, 2$, обеспечивающие выполнение соотношения

$$S_i \subseteq S_k \text{ при } S_{\bar{K}i} \neq \emptyset \quad (26)$$

Выполнение соотношения (26) обязательно сопровождается выполнением $S_{\bar{K}i} \subseteq S_j$. Если же выполняется $S_{\bar{K}i} \subseteq S_j$, то обязательно выполняется и $S_j \subseteq S_{\bar{K}i}$. Здесь \bar{K} – индекс, альтернативный R , то есть, если $R=1$, то $\bar{R}=2$, а $S_i = S / S_i$. Данная взаимосвязь соотношений вскрывает еще одну особенность признаков, состоящую в том, что для фиксированного значения i , согласно (26), признаками могут быть только такие свойства, для которых выполняется либо соотношение (26), либо соотношение

$$S_{\bar{K}i} \in S_i \text{ при } S_{\bar{K}i} \neq \emptyset. \quad (27)$$

Соотношения (26) и (27) определяют признаки соответственно первого и второго типа относительно ситуации $S_i, i=1, \dots, j, \dots, n$. Первый тип признаков указывает свойства, которые обязательно должны принадлежать классу ситуаций S_i , но этими же свойствами обладают и ситуации других классов.

Второй тип указывает свойства, которыми могут обладать ситуации только i -го класса, а ситуации других классов этими свойствами обладать не должны. Если ситуация

не обладает признаком первого типа, то это значит, что она не может принадлежать к классу ситуаций S_i – относится к классу S_{n+i} . Если же ситуация обладает признаком второго типа, она обязательно принадлежит к какому-нибудь классу ситуаций.

В общем случае $i=(1, \bar{n})$ для каждого класса ситуаций определяется свой набор признаков первого и второго типа. Тогда признаком ситуации следует считать свойства, которым обладают ситуации $S_i \in S$. В этом случае признаком первого типа i -ой ситуации следует считать свойство x_i , которое порождает множество S и обеспечивающее выполнение соотношения (26) применительно к ситуациям $S_i, S_j \in S$, а признак второго типа относительно ситуации S_i должен обеспечивать соотношение (27), если $S_{\bar{K}i} = \emptyset$ при $K=1, 2$.

При этом согласно метода предельных упрощений [3], если увеличивать размерность пространства признаков, то всегда найдется такая размерность пространства $n_0 \leq L$, что любые две ситуации длины будут линейно делимы. По этому методу построение пространства (отбор признаков) проводится до тех пор, пока не будут определены все свойства систем и условий конфликта, оказывающие определяющее значение на синтез ПР ОТС. Дальнейшее группирование ситуаций, после их линейного разделения в пространстве по признакам, осуществляется методом «развала на кучи» [4], когда ситуации отделяются друг от друга «провалами».

СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ МЕТОДА

Сначала выбирается конечная совокупность элементарных признаков на каждом из рассматриваемых аспектов. Производится на t_0 -ом шаге типизации определение с помощью формул (10)–(15) начальных (целевых) ситуаций. Применяя к каждой ситуации корреляционные правила перехода $T^1_R(S_i)$ получаем массив ситуаций Y , характеризующийся результатами конфликта противодействующих сторон на t_0 -ом шаге. Применяя оператор $T^1_R(S_i)$ к каждой ситуации на каждом из аспектов этого массива с учетом решающего правила (19) и развития во времени ($t=t+1$), получаем новый массив X , который включает в себя массив ситуаций, порождающий его (в начальный момент времени порождающей является совокупность целевых ситуаций). В полученном массиве могут быть выигрышные и невыигрышные ситуации. Отбрасываем только невыигрышные ситуации и находим для прореженного массива ситуаций существенные и устойчивые признаки.

Посредством существенных и устойчивых признаков составляется класс и рассматривается, входит ли этот класс в ранее полученные классы S_1, S_2, \dots, S_n . В начальный момент, когда не имеем ни одного класса, вновь составленный класс принимается за класс S_j , а в дальнейшем, когда вновь составленный класс входит в какой-нибудь из классов S_1, S_2, \dots , отбрасывается, а если не входит, то добавляется к имею-

щимся классам. При этом число классов ситуаций увеличивается на единицу.

Этот процесс выполняется со всеми ситуациями t -го шага. В результате получаем некоторые классы S_1, S_2, \dots, S_n , определенные на стратегии типа « \emptyset » (19). Фиксируем полученные классы ситуаций на T -ом шаге и, применяя правила (10)–(15) получаем конечные ТКС (типичные классы ситуаций) \bar{S}_i , которые в дальнейшем использу-

ются в качестве агрегированных исходных данных при синтезе ПР ОТС.

ВЫВОДЫ

Предложенный метод обоснования типовых ситуаций позволяет на основе целенаправленного анализа динамики конфликтного взаимодействия сторон выделить типовые классы ситуаций и выбрать рациональную – основу для разработки проекта решения ОТС.

Список использованных источников и литературы

1. Дружинин В.В., Конторов Д.С. Идея, алгоритм, решение. – М.: Воениздат, 1972. – 326 с.
2. Брутян Х.К., Клыков Ю.И., Мкртчян Л.В. Метод целенаправленного формирования классов ситуаций // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика. 1980. № 5.
3. Васильев В.И., Овсянникова Ф.П., Боекмуратов К.А. Разделяющая сила признаков в задачах обучения распознаванию методом предельных упрощений // Автоматика. 1987. – № 4.
4. Поспелов Д.А. Ситуационное управление. Теория и практика. – М.: Наука, 1986. – 288 с.
5. Мистров Л.Е. Метод функционального синтеза организационно-технических систем // Нелинейный мир. 2015. № 4. С. 53–66.
6. Мистров Л.Е. Методика типизации условий применения организационно-технической системы // Машиностроитель. 2004. № 12. С. 11–19.
7. Мистров Л.Е., Головченко Е.В., Перминов Г.В. Системотехнические основы проектирования сложных технических комплексов (систем) // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 5 (69). С. 71–78.
8. 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. 18.

METHOD OF JUSTIFICATION OF TYPICAL SITUATIONS IN THE SYNTHESIS PROBLEM SOLUTIONS FOR CONFLICT RESOLUTION

Mistrov L.E., Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of the All-Russian Scientific Center of the Air Force "Air Force Academy. prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Central Branch of "RGUP", Chief Specialist FSBI «RSI»

Andrusov V.A., Teacher of the VUNCVVS "VVA named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin"

Sherstyanykh E.S., Junior Researcher of the VUNC VVS "VVA named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin"

A method is proposed for substantiating typical conflict situations to resolve different levels of ways of conflict interaction between organizational and technical systems (OTS) for the possession (use) of resources located in the sphere of their interests. The method is based on a formalized representation on the functional, structural and parametric aspects of the analysis of the multilevel conflict of the GTS, the allocation of elementary features of the recognition of situations, their classification and the formation of classes of equivalent situations, the determination of the strategies of the parties in the dynamics of the conflict and the choice of the preferred typical situation – the basis substantiation of draft decisions on conflict resolution. The method is based on the provisions of theories of conflict, system analysis, decision making, fuzzy sets and pattern recognition.

Keywords: organizational and technical system, conflict, functional, structural and parametric aspects of analysis, class of equivalent situations, choice of a preferred situation.

References

1. Druzhinin V.V., Kontorov D.S. Idea, algorithm, solution. Moscow, Voeniz-dat, Publ., 1972, 326 p.
2. Brutyan H.K., Klykov Yu.I., Mkrtchyan L.V. Method of purposeful formation of classes of situations. Izv. Akad. nauk CCCP. Tekhnicheskaya kibernetika, 1980, no. 5.
3. Vasiliev V.I., Ovsyannikova F.P., Boekmuratov K.A. The separating power of features in the problems of learning to recognize by the method of limiting simplifications. Automation, 1987, no. 4.
4. Pospelov D.A. Situacionnoe upravlenie. Teoriya i praktika. Moscow, Nauka Publ., 1986, 288 p.
5. Mistrov L.E. Method of functional synthesis of organizational and technical systems. Nonlinear world, 2015, no. 4, pp. 53–66.
6. Mistrov L.E. Method of typification of the conditions for the application of the organizational and technical system. Mashinostroitel, 2004, no. 12, pp. 11–19.
7. Mistrov L.E., Golovchenko E.V., Perminov G.V. System engineering bases for designing complex technical complexes (systems). Information and economic aspects of standardization and technical regulation, 2022, no. 5 (69), pp. 71–78.
8. Mistrov L.E., Mishin A.V., Plotnikov S.N. Categories of synthesis of information systems to ensure conflict stability of interaction of organizational and technical systems. Information and economic aspects of standardization and technical regulation, 2018, no. 4 (44). P. 18.