

*Данная работа подготовлена в рамках программы Президиума РАН № 30 (7) «Теория и технологии многоуровневого децентрализованного группового управления в условиях конфликта и кооперации»*

Литература:

1. Сомов С.К. Репликация как инструмент повышения надежности функционирования распределенных систем//Информационные технологии и вычислительные системы. – 2018. – №3. – С. 69-79.

2. Hara T. Effective replica allocation in ad hoc networks for improving data accessibility / Proceedings IEEE INFOCOM 2001. Conference on Computer Communications. Twentieth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Society, 2001. – P. 1568-1576 [Электронный ресурс]. – URL: <http://web.mst.edu/~madrias/cs401-02/replica.pdf> (дата обращения 2.09.2020).

3. Шишаев М.Г., Потаман С.А. Современные технологии сетей типа ad-hoc и возможные подходы к организации одноранговых телекоммуникационных сетей на базе мобильных устройств малого радиуса действия / Труды Кольского научного центра. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2010. – Вып. 1. – С. 70-74.

---

**Мистров Л.Е.**

### **Метод синтеза систем информационной безопасности сложных объектов**

**Аннотация:** Рассматривается общая постановка задачи синтеза систем информационной безопасности сложных объектов и предлагается метод её декомпозиции по взаимообусловленной совокупности аспектов синтеза.

**Ключевые слова:** сложный объект, организационно-техническая система, система информационной безопасности, синтез, метод

В современных условиях важной является задача обеспечения применения с максимальной эффективностью различных сложных объектов в условиях конкурентного информационного

взаимодействия, проявляющегося в форме конфликта. Сложный объект представляет систему, структура которой включает различное количество элементов. Он по совокупности системоопределяющих признаков представляет различного функционального уровня организационно-техническую систему (ОТС). Основу ее применения составляет сбор, обработка и передача информации для выработки решений, которая должна удовлетворять требованиям конфиденциальности, целостности и доступности.

Достижение конфликтной устойчивости ОТС основывается на защите, нейтрализации и преодолении опасностей и угроз в информационной сфере, основанных на различных методах информационного воздействия, таких как применение различных методов и средств информационного воздействия, внедрения компьютерных вирусов, электронных и логических бомб, формирования ложной информационно-целевой обстановки и т.п. При этом информационное воздействие, проявляющееся в активной фазе конфликта, носит целевой и организованный характер и основывается на искажении / разрушении передаваемой, создаваемой, уничтожаемой и воспринимаемой информации. Средства и методы информационного деструктивного, дестабилизирующего и разрушительного воздействия направлены как на отдельных и групп сотрудников, так и на организацию в целом с целью обеспечения её стагнации или формирования новой системной упорядоченности. Для нейтрализации негативных информационных воздействий, несущих в себе риски, опасности, угрозы и пагубно влияющие на применение ОТС целесообразно использовать методы и средства информационной безопасности (ИБ), организационно объединенные в системы информационной безопасности (СИБ).

На начальной стадии жизненного цикла СИБ исследования по обоснованию ее облика (синтез) направлены на обоснование целей создания, определение состава и структуры, основных характеристик, уточнение облика включаемых в ее состав разработанных ранее элементов. При этом задача синтеза СИБ по существу есть метод решения задачи ее синтеза.

Содержательно задачу синтеза СИБ формулируется следующим образом: пусть определена задача ее создания. В состав СИБ могут

входить полностью или частично разнообразное количество элементов. При необходимости облик элементов может уточняться и разрабатываться новые элементы. Требуется определить облик СИБ, который обеспечивает рациональное решение поставленной практической задачи.

Для математической постановки задачи введем обозначения. Под обликом объекта  $O$  будем понимать вектор  $\langle Z, D, M, S, X \rangle$ , включающий назначение, перечень решаемых задач  $Z$ , принципы функционирования  $D$ , состав  $M$  и структуру  $S$ , множество характеристик  $X$ , определяющих ее назначение. Для создания и применения СИБ необходимы определенные ресурсы  $R(O, U)$  и условия применения  $U$ . В стоимостном выражении затраты на создание СИБ равны  $C(O, U)$ , которые всегда ограничены некоторым предельным уровнем  $C_o$ , то есть  $C(O, U) \leq C_o$ .

Важнейшими показателями, характеризующими назначение (основную функцию) СИБ являются показатели эффективности  $W_i$ . В зависимости от облика  $O$  и условий применения  $U$  СИБ показатели эффективности могут иметь различные значения,  $W_i = W_i(O, U)$ .

Полнота решения СИБ поставленной практической задачи (комплекса задач) характеризуется целевой функцией  $F(O, U)$ . Оптимальным считается такое решение задачи, при котором целевая функция имеет экстремальное значение в зависимости от предпочтений заказчика в заданных ограничениях. СИБ, обеспечивающая рациональное решение поставленной практической задачи (комплекса задач) является предпочтительной. Обозначим облик такой СИБ  $O^* = \langle Z^*, D^*, M^*, S^*, X^* \rangle$ .

Тогда математическая постановка задачи синтеза СИБ в общем виде представляется следующим образом:

$$O^* = \underset{O \in \{O_\delta\}}{\text{Arg extr}} F(O, U), \quad \{O_\delta\} = \{O : R(O, U) \subseteq R\}, \quad (1)$$

где  $\{O_\delta\}$  – множество допустимых вариантов СИБ;  $R$  – множество ограничений, включающих ограничения по задачам  $R(Z) \subseteq R_z$ , принципам функционирования  $R(D) \subseteq R_D$ , составу  $R(M) \subseteq R_M$ , структуре  $R(S) \subseteq R_S$  и характеристикам  $R(X) \subseteq R_X$ ,  $R = R_Z \cup R_D \cup R_M \cup R_S \cup R_X$ .

По согласованию с заказчиком СИБ в качестве целевой функции  $F(O, U)$  могут быть выбраны затраты  $C(O, U)$ .

Соответственно задача синтеза СИБ (1) может быть сформулирована в виде:

$$O^* = \text{Arg} \min_{O \in \{O_\theta\}} C(O, U), \{O_\theta\} = \{O: W(O, U) \geq W_\theta, R(O, U) \subseteq R\} \quad (2)$$

Основная методологическая трудность в решении задачи состоит в определении множества вариантов  $O_\theta$ , поскольку поиск экстремума целевой функции  $F(O, U)$  при наличии современных вычислительных средств не представляет существенных проблем. В этом смысле задача нахождения допустимого варианта СИБ совпадает с методом ее синтеза.

Допустимый вариант СИБ есть мысленный объект (идеал). Генезис допустимого варианта СИБ от момента зарождения до момента её материализации повторяет в общих чертах, но в обратном порядке, последовательность физического построения системы (материального возникновения). То есть, вначале потребность (необходимость) создания СИБ обуславливает возникновение способа её удовлетворения и, соответственно, функцию, реализующей этот способ, затем формируется материальный носитель функции с соответствующей структурной организацией. Нежизнеспособные направления процесса генезиса отсекаются условиями применения СИБ и ресурсными ограничениями. При тупиковом направлении происходит возврат в предыдущие состояния развития облика СИБ. Таким образом, синтез СИБ осуществляется поэтапно и, при необходимости, циклично с последовательным наращиванием объема представлений об облике системы и степени их детализации. Каждый этап синтеза СИБ по сути есть синтез, но с определенной точки зрения на ФС.

В соответствии с общей структурой метода синтеза СИБ задача синтеза разделяется на ряд частных задач. При невозможности решения соответствующей частной задачи в заданных условиях и ограничениях возникает обратная связь, обуславливающая необходимость уточнения решения предыдущих частных задач синтеза СИБ, а также условий и ограничений. Во времени частные задачи синтеза СИБ могут решаться последовательно и параллельно в различной комбинации, не нарушая общей логики взаимосвязей.

Для одного цикла частные задачи синтеза СИБ математически представляются в виде:

а) задача концептуального синтеза СИБ

$$Z^* = \underset{Z}{\text{Arg min}} C_z(Z, U), \quad (3)$$

$$Z \in O_z = \langle Z, \tilde{D}, \tilde{M}, \tilde{S}, \tilde{X} \rangle, W_z(O_z, U) \geq W_o, R(O_z, U) \subseteq R,$$

б) задача функционального синтеза СИБ

$$D^* = \underset{D}{\text{Arg min}} C_D(D, U), \quad (4)$$

$$D \in O_D = \langle Z^*, D, \tilde{M}, \tilde{S}, \tilde{X} \rangle, W_D(O_D, U) \geq W_o, R(O_D, U) \subseteq R,$$

в) задача морфологического синтеза СИБ

$$M^* = \underset{M}{\text{Arg min}} C_M(M, U), \quad (5)$$

$$M \in O_M = \langle Z^*, D^*, M, \tilde{S}, \tilde{X} \rangle, W_M(O_M, U) \geq W_o, R(O_M, U) \subseteq R,$$

г) задача структурного синтеза СИБ

$$S \in O_S = \langle Z^*, D^*, M^*, S, \tilde{X} \rangle, W_S(O_S, U) \geq W_o, R(O_S, U) \subseteq R, \quad (6)$$

з) задача параметрического синтеза СИБ

$$X^* = \underset{X}{\text{Arg min}} C_X(X, U), \quad (7)$$

$$X \in O_X = \langle Z^*, D^*, M^*, S^*, X \rangle, W_X(O_X, U) \geq W_o, R(O_X, U) \subseteq R,$$

где символ «~» означает предварительные (идеализированные) представления о соответствующей компоненте облика СИБ.

Очевидно, что метод синтеза СИБ есть метод последовательных приближений. В этой связи правомерен вопрос о сходимости последовательности синтезируемых вариантов облика СИБ.

Представим (2) в виде отображения  $P: \{O\} \rightarrow O^*$ ,  $O^* \in \{O\}$ , где  $P$  – оператор отображения;  $\{O\}$  – множество возможных вариантов облика СИБ. При существовании решения задачи синтеза СИБ  $O^*$  будет выполняться равенство  $PO^* = O^*$ , указывающее, что предпочтительный вариант системы  $O^*$  есть неподвижная точка отображения  $P$  [1].

Введем метрическое пространство  $A = (\{O\}, \rho)$ , где  $\rho$  есть расстояние между любыми точками  $O'$ ,  $O''$  множества  $\{O\}$ . В качестве  $\rho$  могут применяться различные метрики. Положим, например:  $\rho(O', O'') = 0$  если  $O' = O''$   $\rho(O', O'') = 1$  в противном случае. При такой метрике пространство  $A$  будет полным метрическим пространством [1].

Вследствие ограниченной чувствительности моделей определения  $C(O,U)$  и  $W(O,U)$  к аргументам, наличия слабо формализуемых факторов существуют неразличимые для отображения  $P$  варианты СИБ. Множество этих вариантов образуют класс эквивалентности. Предпочтительный вариант СИБ  $O^*$  является общим представителем этого класса. Неразличимость вариантов СИБ означает для метрического пространства  $A$  выполнение неравенства  $\rho(PO', PO'') \leq \alpha \rho(O', O'')$ ,  $\alpha < 1$ , указывающее на то, что отображение  $P$  является сжимающим. А всякое сжимающее отображение, определенное в полном метрическом пространстве, имеет одну и только одну неподвижную точку (принцип сжимающих отображений [1]). Значит, последовательность синтезируемых вариантов СИБ будет сходиться к варианту  $O^*$ .

Структуру синтеза СИБ можно представить в виде дерева, каждая ветвь которого на нижележащем уровне представляет собой пучок возможных вариантов. В ходе синтеза сжимающее отображение, задаваемое соответствующим выражением из (3)-(7), действует так, что из пучка выбирается ветвь (предпочтительный вариант), которая на последующем уровне вновь преобразуется в пучок и т.д.

Таким образом, при переходе от одного этапа синтеза СИБ к другому возникает последовательность вкладываемых друг в друга непустых замкнутых множеств ее вариантов. Сжимающие отображения на каждом этапе синтеза СИБ обеспечивают стремление диаметров множеств вариантов к нулю. Поэтому в соответствии с теоремой о вложенных шарах [2] пересечение этих множеств сводится к одной точке и этой точкой является  $O^*$  предпочтительный вариант СИБ.

Литература:

1. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. – М.: Наука, 1981. – 623 с.
2. Натансон И.П. Теория функций вещественной переменной. – Москва; Ленинград: Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1950. – 399 с.