

Модель состояний субъектов критической информационной инфраструктуры при деструктивных воздействиях в статичном режиме

Е.А. Максимова¹ *

¹МИРЭА – Российский технологический университет,
Москва, 119454, Российская Федерация

*Адрес для переписки: maksimova@mirea.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию 02.09.2021

Принята к публикации 24.09.2021

Ссылка для цитирования: Максимова Е.А. Модель состояний субъектов критической информационной инфраструктуры при деструктивных воздействиях в статичном режиме // Труды учебных заведений связи. 2021. Т. 7. № 3. С. 65–72. DOI:10.31854/1813-324X-2021-7-3-65-72

Аннотация: *С введением Федерального закона Российской Федерации от 26.07.2017 № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры в Российской Федерации» определен класс задач, требующих новых подходов. Это связано с решением не только практических проблем при введении данного закона, но и с разработкой его научно-методического сопровождения, являющегося одной из задач регуляторов. Основная проблема регулятивного характера при обеспечении безопасности критической информационной инфраструктуры (КИИ), на взгляд автора, связана с отсутствием системного подхода как методологической базы при разработке требований к развитию КИИ. Это приводит к грубым ошибкам и погрешностям в ходе принятия управленческих решений, следовательно, к увеличению рисков информационной безопасности. При рассмотрении субъекта КИИ как системы возникает необходимость исследования межобъектных взаимосвязей, как источников деструктивных воздействий, способных привести к эффекту инфраструктурного деструктивизма, т. е. к саморазрушению инфраструктуры. Для этого на начальном этапе предлагается построить модель состояний субъектов КИИ в статичном режиме. В ходе работы с данной моделью возможно прогнозирование развития ситуации саморазрушения инфраструктуры субъекта КИИ в условиях неопределенности.*

Ключевые слова: *информационная безопасность, субъект критической информационной инфраструктуры, антропоморфизм, деструктивные воздействия, межобъектные взаимосвязи, статичная модель, когнитивная карта.*

Введение

Ключевые изменения в научно-технологической и экономической сферах жизни, приоритетность использования информационных технологий резко изменили отношения между инфраструктурами. Как результат – создание более взаимосвязанных и сложных инфраструктур с, как правило, большей централизацией управления. Данная ситуация сопровождается актуализацией задач, связанных с выявлением и анализом взаимозависимостей между ними [1, 2].

Критическая информационная инфраструктура (КИИ) – один из видов инфраструктур. Безопасность КИИ РФ на сегодня – одна из «болевых точек» в сфере информационной безопасности (ИБ),

затрагивающая практически все сферы жизнедеятельности социума. Ее сопровождение выполняется на регулятивной основе в динамике, т. е. с постоянным введением новых нормативно-правовых актов и методических документов. Тем не менее, основная проблема, на взгляд автора, связана с отсутствием системного подхода, как методологической базы при разработке требований регуляторов к развитию КИИ.

Постановка проблемы

Регулятивной особенностью и гипотетическим противоречием предметной области является введение собственно понятия «субъект КИИ». Так, согласно Федеральному закону РФ от 26.07.2017 № 187-ФЗ «О безопасности критической информа-

ционной инфраструктуры Российской Федерации» под субъектом КИИ понимается юридическое лицо – собственник объектов КИИ. Объекты КИИ – информационные системы, информационно-телекоммуникационные сети, автоматизированные системы управления – самостоятельные единицы, функционирующие в рамках КИИ. Здесь понятие «субъект КИИ» не представляется как система.

Важно отметить, что на регулятивном уровне обозначена необходимость подачи сведений о взаимосвязях между объектами КИИ при предоставлении данных на категорирование (Постановление Правительства РФ от 8.02.2018 № 127 «Об утверждении Правил категорирования объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, а также перечня показателей критериев значимости объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации и их значений»). Однако методического сопровождения ее реализации в настоящее время не разработано. Не рассматривается субъект КИИ (да и КИИ в целом) как система и в документах регуляторов ИБ.

Кроме того, неоднозначным, с точки зрения системного подхода, является само понятие КИИ. С одной стороны, КИИ можно рассматривать как совокупность объектов, и тогда в ее структуре наблюдается горизонтальная иерархия (по видам объектов). С другой – как совокупность субъектов; тогда прослеживается вертикально-иерархическая структура. Обозначенное противоречие приводит к значительным погрешностям в оценке безопасности и эффективности функционирования КИИ на всех уровнях, к грубым ошибкам в ходе принятия управленческих решений, следовательно, к увеличению рисков ее ИБ.

Условия для построения модели состояний субъектов КИИ

В качестве методологической базы исследования предлагается использовать системный подход, т. е. будем рассматривать субъект КИИ как систему взаимодействующих объектов, а также средств их взаимосвязи, находящихся в собственности данного субъекта. Исходя из специфики архитектуры КИИ, можно говорить о нескольких вариантах «пространственных срезов», в рамках которых возможно построение модели состояний субъектов КИИ. Для большей конкретизации определим в качестве рабочего среза уровень субъектов КИИ, как структурных составляющих и самостоятельных системных единиц КИИ.

В рамках декларируемых положений возможно решение задачи исследования взаимосвязей в КИИ как системы. Однако они представляют собой сложный объект для задачи анализа; ее решение на начальном этапе возможно при обозначении измерений таксономии, которые создают их ос-

новные аспекты. К примеру, это типы взаимосвязей, характеристики инфраструктуры, инфраструктурная среда, поведение связывания и реагирования, типы инфраструктурных эффектов, приводящие к деструктивным (разрушающим) воздействиям.

Классификация видов межобъектных связей на субъекте КИИ

В ходе исследования субъект КИИ рассматривается как сложноструктурированная система, функционирующая под влиянием большого количества факторов. В качестве наиболее оптимального метода работы с данными системами определены метод когнитивного моделирования и сценарный подход [3–7] (которые и будут использоваться при разработке модели состояний субъектов КИИ при деструктивных воздействиях в статичном режиме).

С целью формирования чувствительной, с точки зрения рассмотрения полного спектра вариантов межобъектного взаимодействия на субъекте КИИ классификации, использовался антропоморфический подход, который при решении проблем ИБ впервые был применен в исследованиях проф. М.В. Буйневича и К.Е. Израилова [8, 9], где ими были выделены 9 антропоморфических типов взаимодействий уязвимостей: облигативный и факультативный симбиоз, комменсализм, паразитизм, хищничество, нейтрализм, аменсализм, аллелопатия и конкуренция.

Данная классификация, на взгляд автора, является наиболее «чувствительной» и наиболее полно отражающей всевозможные варианты межобъектного взаимодействия в КИИ. Использование данного подхода позволяет обосновать возникающий в субъекте КИИ синергетический эффект и определить момент появления «точки бифуркации» [10].

Представим возможные формы симбиоза и антибиоз применительно к исследованию КИИ на уровне взаимодействия между ее элементами. Так, под облигативным симбиозом будем понимать форму симбиоза, при которой объекты КИИ не могут функционировать друг без друга. Разновидностью облигативного симбиоза является:

- мутуализм – форма облигативного взаимовыгодного функционирования двух и более объектов КИИ, при котором взаимовыгодная помощь необходима, так как объекты взаимозависимы друг от друга;

- факультативный симбиоз (протокооперация) – форма симбиоза, когда совместное существование для объектов КИИ выгодно, но необязательно;

- комменсализм – форма симбиоза, при которой один объект КИИ извлекает пользу от взаимоотношения, а другой не получает ни пользы, ни вреда;

- нейтрализм – форма симбиоза, при которой объекты КИИ не оказывают взаимного воздействия.

Обозначим формы реализации антибиоза на КИИ:

- аменсализм – форма антибиоза, при которой один объект КИИ отрицательно влияет на другой, но сам не испытывает ни отрицательного, ни положительного влияния;
- аллелопатия – форма антибиоза, при которой объекты КИИ оказывают взаимно вредное влияние друг на друга, обусловленное их функциональными параметрами;
- конкуренция – форма антибиоза, при которой два объекта КИИ являются по своей сути инфраструктурными «врагами».

Режимы функционирования субъекта КИИ

Построение и исследование моделей состояний субъектов КИИ при деструктивных воздействиях можно рассматривать в статичном и динамичном режимах; данные режимы определены, исходя из инфраструктурной механики субъекта КИИ.

Так, в статичном режиме функционирование субъекта КИИ S происходит при устоявшейся инфраструктуре: изменения состояний субъекта КИИ осуществляется при постоянном количестве/качественном его составе на инфраструктурном уровне, т. е. при условии неизменности во времени следующих системных характеристик:

– $N_s(O_i)$ – количество объектов КИИ:

$$\frac{dN_s(O_i)}{dt} = 0; \quad (1)$$

– $SYS_s(O_i, O_j)$ – система межобъектных взаимосвязей на уровне рассматриваемого субъекта КИИ:

$$\frac{dSYS_s(O_i, O_j)}{dt} = 0; \quad (2)$$

– $SYS_{<S_k, S_l>}(O_i, O_j)$ – система межобъектных взаимосвязей на уровне межсубъектного взаимодействия:

$$\frac{dSYS_{<S_k, S_l>}(O_i, O_j)}{dt} = 0. \quad (3)$$

Таким образом, статичный режим субъекта КИИ описывается системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dN_s(O_i)}{dt} = 0, \\ \frac{dSYS_s(O_i, O_j)}{dt} = 0, \\ \frac{dSYS_{<S_k, S_l>}(O_i, O_j)}{dt} = 0. \end{cases}$$

Субъект КИИ как система перейдет в динамичный режим, как только условие (1) будет нарушено. При этом условия (2) и (3) могут быть либо нарушены, либо останутся в исходном состоянии.

При моделировании состояний субъектов КИИ при деструктивных воздействиях в статичном режиме (далее – статичная модель) основной про-

блемный вопрос будет определяться исследованием видов межобъектных связей (МОС), влияющих на состояния системы. В качестве показателя последних примем функциональность субъекта КИИ $F(S)$, под которой будем понимать интегративный показатель, отражающий возможность реализации субъектом КИИ, как системой, его функций. При большей детализации, аналогично вводим понятие функциональности объекта КИИ $-F(O_j)$. В контексте построения статичной модели данный показатель определим в качестве концептов нечеткой когнитивной модели.

Методика и дискуссия

Для построения статичной модели, исходя из введенных определений видов МОС на субъекте КИИ, представим базовые модели второго порядка; порядок модели определяется по количеству объектов – структурных элементов субъектов КИИ.

Для разработки базовых моделей выстроим матрицы смежности межобъектных влияний. Так как в базовых моделях в структуре субъекта КИИ рассматривается 2 объекта, то матрицы будут иметь второй порядок. На пересечении строк и столбцов матриц будут располагаться количественные значения степеней межобъектного влияния R_{ij} – условная величина влияния объекта O_i на объект O_j .

Учитывая то, что МОС могут носить биполярный характер, то степень межобъектного влияния имеет знак «+» при положительном воздействии, т.е. когда увеличение значения концепта $F(O_i)$ приводит к увеличению значения концепта $F(O_j)$, знак «-» – в противном случае. Для получения количественной оценки и удобства работы с экспертами, сформирована шкала соответствия качественной и количественной оценок влияния МОС на объект КИИ, которая работает также на уровне биполярности концептов: «очень слабое» – 0,1; «умеренное» – 0,3; «существенное» – 0,5; «сильное» – 0,7; «очень сильное» – 1,0.

Значения элементов базовых матриц смежности МОС задаются по следующему правилу:

$$R_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{если } i = j \\ R_{ij}, & \text{если } i \neq j \end{cases}$$

где $R_{ij} \in [-1, +1]$.

Статичную модель будем рассматривать в двух приближениях; в обеих структурах системы остается неизменной, и исследуются базовые модели. В первом – на предмет определения типа МОС как деструктивного воздействия инфраструктурного характера. Во втором – на предмет определения типа межобъектной связи как деструктивного воздействия инфраструктурного характера при активизации объектов. Здесь под активизацией объектов понимается ситуация, в которой выполнено изменение силы влияния объекта.

Статичную модель второго порядка в первом приближении представим в виде когнитивной модели оценки взаимной сложности в субъекте КИИ. В зависимости от вида МОС, где вид влияет на наличие соответствующей связи в когнитивной карте, все базовые модели представим тремя концептами (вершинами):

- «Оценка функциональности субъекта КИИ» $F(S)$ (целевая вершина);
- O_1M, O_2M - влияние соответственно объекта O_1 и O_2 для модели типа «М» (M - условный номер).

Эксперимент

С целью выявления типов МОС в качестве деструктивных воздействий инфраструктурного характера проведены экспериментальные исследо-

вания с базовыми статичными моделями. Для разработки и исследования статичной модели в первом приближении использовалась нотация и инструментальные средства системы Mind Modeler [11]. В ходе эксперимента структура субъекта КИИ оставалась неизменной; менялся только тип связи и количественная оценка степени влияния концептов - $F(O_1M)$ и $F(O_2M)$.

Постановка задачи на экспериментальное исследование функциональности субъектов КИИ при синхронном/асинхронном изменении объектной функциональности представлена в табл. 1.

Результаты моделирования рассмотрим через значение функциональности, которая представляет собой биполярную сигмоиду (рисунок 1).

ТАБЛИЦА 1. Постановка задачи на экспериментальное исследование функциональности субъекта КИИ

TABLE 1. Setting the Task for Experimental Study of CII-Subject Functionality

Исходные данные		Изменение объектной функциональности										
Базовая матрица МОС	Когнитивная модель	синхронное	асинхронное									
1. Облигативный симбиоз <table border="1"> <tr><td></td><td>$F(O_11)$</td><td>$F(O_21)$</td></tr> <tr><td>$F(O_11)$</td><td>0</td><td>+1</td></tr> <tr><td>$F(O_21)$</td><td>+1</td><td>0</td></tr> </table>		$F(O_11)$	$F(O_21)$	$F(O_11)$	0	+1	$F(O_21)$	+1	0		$F(O_11) = F(O_21) = \overline{-1,0; +0,9}$, Step = 0,1	$F(O_11) \neq F(O_21) \Rightarrow$ $(F(O_11) \equiv \text{const}) \Rightarrow$ $F(O_21) = \overline{-1,0; +0,9}$, Step = 0,1
	$F(O_11)$	$F(O_21)$										
$F(O_11)$	0	+1										
$F(O_21)$	+1	0										
2. Факультативный симбиоз <table border="1"> <tr><td></td><td>$F(O_12)$</td><td>$F(O_22)$</td></tr> <tr><td>$F(O_12)$</td><td>0</td><td>+0.3</td></tr> <tr><td>$F(O_22)$</td><td>+0.3</td><td>0</td></tr> </table>		$F(O_12)$	$F(O_22)$	$F(O_12)$	0	+0.3	$F(O_22)$	+0.3	0		$F(O_12) = F(O_22) = \overline{-1,0; +1,0}$, $F(O_12) \neq 0,3$, Step = 0,1	$F(O_21) \neq F(O_22)$: $(F(O_21) \equiv \text{const}) \Rightarrow$ $(F(O_22) = \overline{-1,0; +1,0})$, $F(O_12) \neq 0,3$, Step = 0,1
	$F(O_12)$	$F(O_22)$										
$F(O_12)$	0	+0.3										
$F(O_22)$	+0.3	0										
3. Комменсализм <table border="1"> <tr><td></td><td>$F(O_13)$</td><td>$F(O_23)$</td></tr> <tr><td>$F(O_13)$</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>$F(O_23)$</td><td>+0,5</td><td>0</td></tr> </table>		$F(O_13)$	$F(O_23)$	$F(O_13)$	0	0	$F(O_23)$	+0,5	0		$F(O_13) = F(O_23) = \overline{-1,0; +1,0}$, Step = 0,1	$F(O_13) \neq F(O_23)$: 1) $(F(O_13) \equiv \text{const}) \Rightarrow$ $(F(O_23) = \overline{-1,0; +1,0}, \text{Step} = 0,1)$; 2) $(F(O_23) \equiv \text{const}) \Rightarrow$ $(F(O_13) = \overline{-1,0; +1,0}, \text{Step} = 0,1)$
	$F(O_13)$	$F(O_23)$										
$F(O_13)$	0	0										
$F(O_23)$	+0,5	0										
4. Нейтрализм <table border="1"> <tr><td></td><td>$F(O_14)$</td><td>$F(O_24)$</td></tr> <tr><td>$F(O_14)$</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>$F(O_24)$</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>		$F(O_14)$	$F(O_24)$	$F(O_14)$	0	0	$F(O_24)$	0	0		$F(O_14) = F(O_24) = \overline{-1,0; +1,0}$, Step = 0,1	$F(O_14) \neq F(O_24)$: $(F(O_14) \equiv \text{const}) \Rightarrow$ $F(O_24) = \overline{-1,0; +1,0}, \text{Step} = 0,1)$
	$F(O_14)$	$F(O_24)$										
$F(O_14)$	0	0										
$F(O_24)$	0	0										
5. Аменсализм <table border="1"> <tr><td></td><td>$F(O_15)$</td><td>$F(O_25)$</td></tr> <tr><td>$F(O_15)$</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>$F(O_25)$</td><td>-0,5</td><td>0</td></tr> </table>		$F(O_15)$	$F(O_25)$	$F(O_15)$	0	0	$F(O_25)$	-0,5	0		$F(O_15) = F(O_25) = \overline{-1,0; +1,0}$, Step = 0,1	$F(O_15) \neq F(O_25)$: 1) $(F(O_15) \equiv \text{const}) \Rightarrow (F(O_25) = \overline{-1,0; +1,0}, F(O_25) \neq -0,5, \text{Step} = 0,1)$; 2) $(F(O_25) \equiv \text{const}) \Rightarrow (F(O_15) = \overline{-1,0; +1,0}, \text{Step} = 0,1)$
	$F(O_15)$	$F(O_25)$										
$F(O_15)$	0	0										
$F(O_25)$	-0,5	0										
6. Аллелопатия <table border="1"> <tr><td></td><td>$F(O_16)$</td><td>$F(O_26)$</td></tr> <tr><td>$F(O_16)$</td><td>0</td><td>-0,7</td></tr> <tr><td>$F(O_26)$</td><td>-0,7</td><td>0</td></tr> </table>		$F(O_16)$	$F(O_26)$	$F(O_16)$	0	-0,7	$F(O_26)$	-0,7	0		$F(O_16) = F(O_26) = \overline{-1,0; +1,0}$, $F(O_26) \neq -0,7, \text{Step} = 0,1$	$F(O_16) \neq F(O_26)$: $(F(O_16) \equiv \text{const}) \Rightarrow$ $F(O_26) = \overline{-1,0; +1,0}, \text{Step} = 0,1$
	$F(O_16)$	$F(O_26)$										
$F(O_16)$	0	-0,7										
$F(O_26)$	-0,7	0										
7. Конкуренция <table border="1"> <tr><td></td><td>$F(O_17)$</td><td>$F(O_27)$</td></tr> <tr><td>$F(O_17)$</td><td>0</td><td>-1</td></tr> <tr><td>$F(O_27)$</td><td>-1</td><td>0</td></tr> </table>		$F(O_17)$	$F(O_27)$	$F(O_17)$	0	-1	$F(O_27)$	-1	0		$F(O_17) = F(O_27) = \overline{-0,9; 0,9}$, Step = 0,1	$F(O_17) \neq F(O_27)$: $(F(O_17) \equiv \text{const}) \Rightarrow$ $F(O_27) = \overline{-1,0; +1,0}, \text{Step} = 0,1$
	$F(O_17)$	$F(O_27)$										
$F(O_17)$	0	-1										
$F(O_27)$	-1	0										

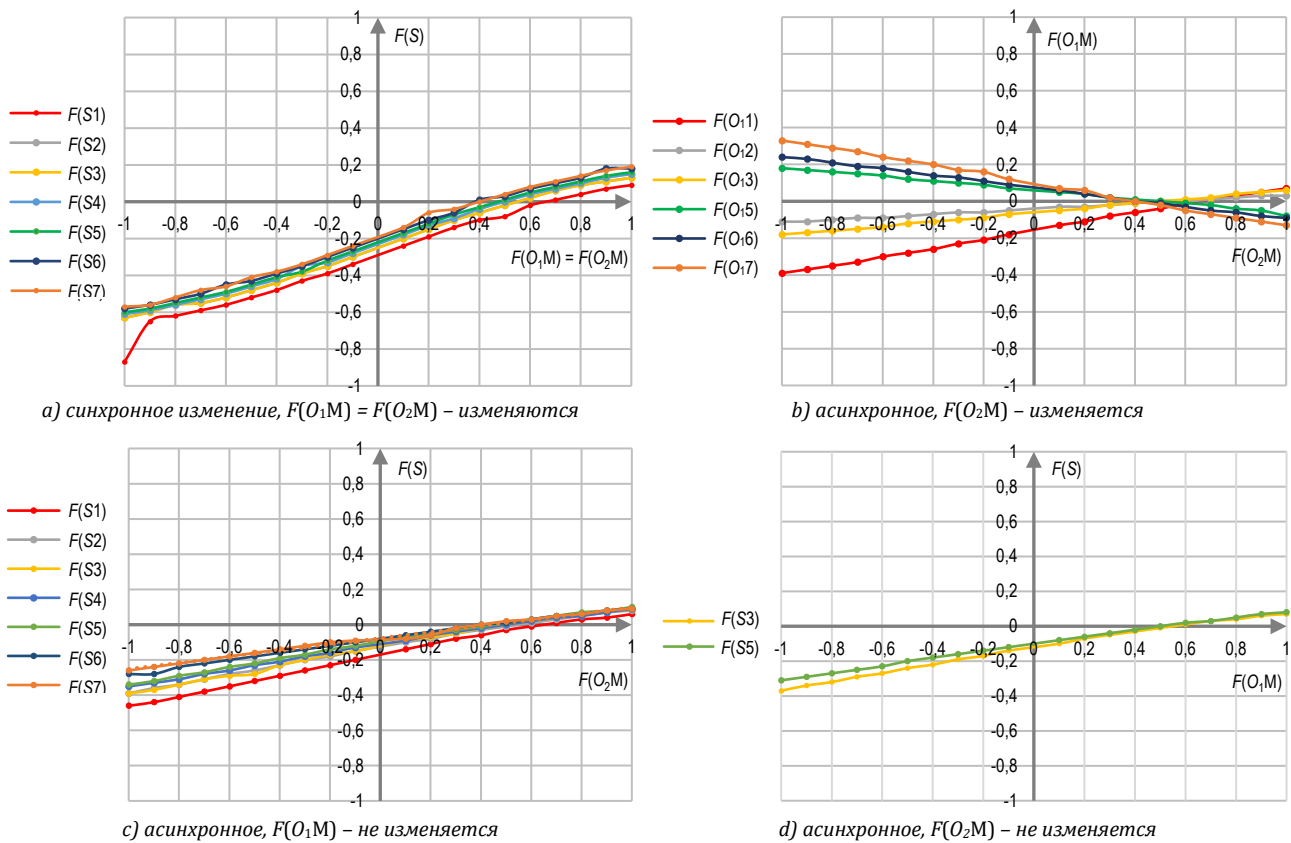


Рис. 1. Изменения функциональности субъекта КИИ при синхронном/асинхронном изменении объектной функциональности

Fig. 1. CII-Subject Functionality Changes during Synchronous/Asynchronous Changes in Object Functionality

Результаты графического анализа полученных данных позволили получить оценку изменения функциональности субъекта КИИ от значений концептов (объектной функциональности) по каждому виду МОС (таблица 2) и установить ряд интересных зависимостей.

ТАБЛИЦА 2. Оценка изменения функциональности от значений концептов

TABLE 2. Assessment of Changes in Functionality from Concept Values

№ п/п	Тип МОС	Зависимость			
		I	II	III	IV
1	Облигативный симбиоз	да	да	нет	да
2	Факультативный симбиоз	да	да	нет	да
3	Комменсализм	да	да	да	да
4	Нейтрализм	да	да	нет	нет
5	Аменсализм	да	да	да	да
6	Аллелопатия	да	да	нет	да
7	Конкуренция	да	да	нет	да

Во-первых, функциональность субъекта КИИ изменяется при синхронном изменении влияния объектов для всех типов МОС (зависимость I). Во-вторых, функциональность субъекта КИИ изменяется при асинхронном изменении функциональности объектов для всех типов МОС: ($F(O_1M) \equiv \text{const}, F(O_2M) - \text{varies}$) (зависимость II). В-третьих, функциональность субъекта КИИ изменяется при асин-

хронном изменении влияния объектов только для МОС типа «Комменсализм» и «Аменсализм»: ($F(O_2M) \equiv \text{const}, F(O_1M) - \text{varies}$) (зависимость III). И в-четвертых, функциональность объекта O_1M изменяется при асинхронном изменении влияния объектов для всех типов МОС, кроме «Нейтрализм» ($F(O_1M) \equiv \text{const}, F(O_2M) - \text{varies}$) (зависимость IV).

Таким образом, функциональность субъекта КИИ изменяется или при синхронном изменении объектной функциональности, или при изменении объектной функциональности одного из структурных элементов. При МОС типа «Факультативный симбиоз» и «Аллелопатия» для любых вариантов изменения объектной функциональности структурных элементов происходит изменение функциональности субъекта КИИ; кроме того, изменение функциональности одного из объектов влечет за собой изменение функциональности другого объекта. Если изменяется влияние объекта A , то при МОС всех типов, кроме «Нейтрализм», происходит изменение функциональности объекта B .

Так как изменение объектной функциональности влияет на функциональность субъекта, то необходимо определить вид и силу данного влияния. По результатам анализа данных, полученных в ходе эксперимента, сформирована таблица динамики изменения функциональности на уровне субъекта КИИ (таблица 3).

ТАБЛИЦА 3. Динамика изменения функциональности на уровне субъекта КИИ

TABLE 3. Dynamics of Changes in Functionality at the CII-Subject Level

№ п/п	Тип МОС	I		II		III			IV		
		$F(O_1M)$	$F(S)$	$F(O_2M)$	$F(S)$	$F(O_1M)$	$F(O_2M)$	$R(S)$	$F(O_1M)$	$F(O_2M)$	$F(S)$
1	Облигативный симбиоз	↑	↑	↑	↑	↑	-	-	-	↑	↑
2	Факультативный симбиоз	↑	↑	↑	↑	↑	-	-	-	↑	↑
3	Комменсализм	↑	↑	↑	↑	↑	-	↑	-	↑	↑
4	Нейтрализм	↑	↑	↑	↑	↑	-	-	-	↑	-
5	Аменсализм	↑	↑	↑	↑	↑	-	↑	-	↑	↓
6	Аллелопатия	↑	↑	↑	↑	↑	-	-	-	↑	↓
7	Конкуренция	↑	↑	↑	↑	↑	-	-	-	↑	↓

Для определения типов МОС в качестве деструктивно-образующих рассмотрим те, которые при определенных изменениях значений влияния объектов приведут к негативному эффекту для субъектной функциональности на уровне $[-1, 0,5]$, т. е. на уровне очень «сильное... существенное» влияние. В таблице 4 представлены полученные экспериментальным путем типы и состояния МОС, которые можно рассматривать как деструктивно-образующие на уровне библиотеки базовых моделей.

ТАБЛИЦА 4. Показатели МОС, рассматриваемых в качестве деструктивно-образующих

TABLE 4. Indicators of the Models of Interobject Connections as Destructive-Forming

№ п/п	Тип МОС	Предельные значения реакции активизированных объектов при синхронном изменении объектной функциональности	
1	Облигативный симбиоз	$[-1, -0,5]$	[очень сильное, существенное]
2	Факультативный симбиоз	$[-1, -0,5]$	[очень сильное, существенное]
3	Комменсализм	$[-1, -0,6]$	[очень сильное, сильное]
4	Нейтрализм	$[-1, -0,6]$	[очень сильное, сильное]
5	Аменсализм	$[-1, -0,7]$	[очень сильное, сильное]
6	Аллелопатия	$[-1, -0,7]$	[очень сильное, сильное]
7	Конкуренция	$[-1, -0,8]$	[очень сильное]

Важно отметить, что в моделях анабиотического типа асинхронное изменение объектной функциональности приводит к снижению функциональности объекта воздействия. На уровне базовых моделей это не может рассматриваться как деструктивно-образующий эффект, но он таковым может стать при увеличении инфраструктурной сложности субъекта КИИ.

Таким образом, в статичном режиме функционирования субъекта КИИ деструктивно-образующими будут МОС всех типов только при синхронном изменении объектной функциональности структурных элементов в рамках предельных значений изменения влияния воздействующего объекта.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки России (грант ИБ, проект № 3).

Заключение

В ходе исследования синтезирована модель состояний субъектов КИИ при деструктивных воздействиях в статичном режиме, в основе которой – разработанная библиотека базовых матриц смежности и антропоморфическая классификация видов МОС. Экспериментальное исследование модели позволило выявить следующие условия проявления МОС как деструктивно-образующих: вид межобъектной связи, вариант изменения объектной функциональности (синхронное/асинхронное), значение влияния воздействующего объекта. Экспериментально доказано, что при определенных условиях прослеживается как точечное изменение функциональности субъекта КИИ, так и интегративное – изменение функциональности субъекта КИИ и функциональности объекта воздействия.

Так как влияние МОС может носить накопительный характер, следовательно, в субъекте КИИ при наличии соответствующих видов МОС, как деструктивно-образующих, возможно проявление во времени эффекта инфраструктурного деструктивизма, т. е. саморазрушения субъекта КИИ как системы.

Представленная статичная модель не рассматривает ситуацию инфраструктурной динамики субъекта КИИ, что проявляется в нарушении условия (1) и, как следствие, нарушение условий (2) и (3). Для построения динамической модели необходимо использовать, к примеру, логико-вероятностное моделирование с построением моделей разного уровня сложности, позволяющих, в том числе, выполнить корректировку категорий значимости объектов КИИ на всех этапах жизненного цикла субъекта КИИ [12–14]. В данной ситуации расширится палитра деструктивных воздействий за счет описания возможных ошибок инфраструктурного характера на разных этапах жизненного цикла субъекта КИИ.

Список используемых источников

1. Maksimova E.A. "Smart Decisions" in Development of a Model for Protecting Information of a Subject of Critical Information Infrastructure // In: Popkova E.G., Sergi B.S. (eds) "Smart Technologies" for Society, State and Economy. Institute of Scientific Communications Conference (ISC 2020). Lecture Notes in Networks and Systems. Vol. 155. Cham: Springer, 2020. PP. 1213–1221. DOI:10.1007/978-3-030-59126-7_132
2. Maksimova E.A., Baranov V.V. Predicting Destructive Malicious Impacts on the Subject of Critical Information Infrastructure // Proceedings of the IIIrd International Conference on Futuristic Trends in Networks and Computing Technologies (FTNCT 2020, Taganrog, Russia, 14–16 October 2020). Communications in Computer and Information Science. Singapore: Springer, 2021. PP. 88–99. DOI:10.1007/978-981-16-1480-4_8
3. Ажмухамедов И.М. Управление слабоформализуемыми социотехническими системами на основе нечеткого когнитивного моделирования (на примере систем комплексного обеспечения информационной безопасности). Дис. ... докт. техн. наук. Астрахань: Астраханский государственный технический университет, 2014. 334 с.
4. Садовникова Н.П., Жидкова Н.П. Выбор стратегий территориального развития на основе когнитивного анализа и сценарного моделирования // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. 2012. № 7(21). С. 4.
5. Sadovnikova N.P. Application of the Cognitive Modeling for Analysis of the Ecological and Economical Efficiency of the Urban Planning Project // Internet-Vestnik VolgGASU. 2011. Iss. 5(14).
6. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. Пер. с англ. М.: Наука, 1986. 496 с.
7. Obiedat M., Samarasinghe S. Fuzzy representation and aggregation of fuzzy cognitive maps // Proceedings of the 20th International Congress on Modelling and Simulation (MODSIM2013, Adelaide, Australia, 1–6 December 2013). Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand Inc., 2013. PP. 690–694. URL: <https://researcharchive.lincoln.ac.nz/handle/10182/5778> (дата обращения 24.09.2021)
8. Буйневич М.В., Израилов К.Е. Антропоморфический подход к описанию взаимодействия уязвимостей в программном коде. Часть 1. Типы взаимодействий // Защита информации. Инсайд. 2019. № 5(89). С. 78–85.
9. Буйневич М.В., Израилов К.Е. Антропоморфический подход к описанию взаимодействия уязвимостей в программном коде. Часть 2. Метрика уязвимостей // Защита информации. Инсайд. 2019. № 6(90). С. 61–65.
10. Веселов Г.Е. Теория иерархического управления сложными системами: синергетический подход // VIII Всероссийская научная конференция «Системный синтез и прикладная синергетика» (п. Нижний Архыз, Россия, 18–20 сентября 2017 г.). Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2017. С. 23–43.
11. MentalModeler. URL: <http://www.mentalmodeler.org> (дата обращения 24.09.2021)
12. Рябинин И.А. Логико-вероятностный анализ и его современные возможности // Биосфера. 2010. Т. 2. № 1. С. 23–28.
13. Алексеев В.В. Разработка логико-вероятностных моделей, методов и алгоритмов для управления риском и эффективностью в структурно-сложных системах. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб: Санкт-Петербурга государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2009.
14. Можаяев А.С., Громов В.Н. Теоретические основы общего логико-вероятностного метода автоматизированного моделирования систем. СПб: ВИТУ, 2000. 144 с.

* * *

Model of the States of Critical Information Infrastructure Subjects under Destructive Influences in Static Mode

E. Maksimova¹ 

¹MIREA – Russian Technological University,
Moscow, 119454, Russian Federation

Article info

DOI:10.31854/1813-324X-2021-7-3-65-72

Received 2nd September 2021

Accepted 24th September 2021

For citation: Maksimova E.A. Model of the States of Critical Information Infrastructure Subjects under Destructive Influences in Static Mode. *Proc. of Telecom. Universities*. 2021;7(3):65–72. (in Russ.) DOI:10.31854/1813-324X-2021-7-3-65-72

Abstract: With the introduction of 187-FL "On the security of critical information infrastructure in the Russian Federation", a class of tasks requiring new approaches was determined. This is due to the solution of not only practical problems with the introduction of this law, but also with the development of its scientific and methodological support, which is one of the tasks of regulators. The main regulatory problem in ensuring the security of critical information infrastructure (CII), in our opinion, is associated with the lack of a systematic approach as a methodological basis for developing requirements for the development of CII. This leads to gross errors and errors in the course of making managerial decisions, therefore, to an increase in information security risks. When considering the subject of CII as a system, there is a need to consider inter-object relationships as sources of destructive influences that can lead to the effect of infrastructural "destructivism", i.e. to the self-destruction of infrastructure. To study this issue at the initial stage, it is proposed to build a model of the states of CII subjects in a static mode. In the course of working with this model, it is possible to predict the development of the situation of self-destruction of the infrastructure of the CII subject in a situation of uncertainty.

Keywords: subject, critical information infrastructure, category, destructive influences, model, relationship, static mode, fuzzy cognitive model, information security.

FUNDING

This research was funded by Ministry of Education and Science of Russia (grant on Information Security, project No. 3).


References

1. Maksimova E.A. "Smart Decisions" in Development of a Model for Protecting Information of a Subject of Critical Information Infrastructure. In: Popkova E.G., Sergi B.S. (eds) "Smart Technologies" for Society, State and Economy. Institute of Scientific Communications Conference (ISC 2020). Lecture Notes in Networks and Systems. Cham: Springer; 2020. vol.155. p.1213–1221. DOI:10.1007/978-3-030-59126-7_132
2. Maksimova E.A., Baranov V.V. Predicting Destructive Malicious Impacts on the Subject of Critical Information Infrastructure. *Proceedings of the IIIrd International Conference on Futuristic Trends in Networks and Computing Technologies, FTNCT 2020, 14–16 October 2020, Taganrog, Russia. Communications in Computer and Information Science.* Singapore: Springer; 2021. p.88–99. DOI:10.1007/978-981-16-1480-4_8
3. Azhmukhamedov I.M. *Management of Weakly Formalized Sociotechnical Systems Based on Fuzzy Cognitive Modeling (on the Example of Integrated Information Security Systems)*. D.Sc Thesis. Astrakhan: Astrakhan State Technical University Publ.; 2014. 334 p. (in Russ.)
4. Sadovnikova N.P., Zhidkova N.P. Selection of Territorial Development Strategies Based on Cognitive Analysis and Scenario Modeling. *Internet-Vestnik VolgGASU.* 2012;7(21):4. (in Russ.)
5. Sadovnikova N.P. Application of the Cognitive Modeling for Analysis of the Ecological and Economical Efficiency of the Urban Planning Project. *Internet-Vestnik VolgGASU.* 2011;5(14).
6. Roberts F.S. *Discrete Mathematical Models with Applications to Social, Biological and Environmental Problems.* Translate from English. Moscow: Nauka Publ.; 1986. 496 p. (in Russ.)
7. Obiedat M., Samarasinghe S. Fuzzy representation and aggregation of fuzzy cognitive maps. *Proceedings of the 20th International Congress on Modelling and Simulation, MODSIM2013, 1–6 December 2013, Adelaide, Australia.* Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand Inc.; 2013. p. 690–694. Available from: <https://researcharchive.lincoln.ac.nz/handle/10182/5778> [Accessed 24th September 2021]
8. Buinevich M.V., Izrailov K.E. Anthropomorphic Approach to Description of the Vulnerabilities Interaction in Program Code. Part 1. Types of Interactions. *Zašita informacii. Inside.* 2019;5(89):78–85. (in Russ.)
9. Buinevich M.V., Izrailov K.E. Anthropomorphic Approach to Description of the Vulnerabilities Interaction in Program Code. Pt. 2. Metric of Vulnerabilities. *Zašita informacii. Inside.* 2019;6(90):61–65. (in Russ.)
10. Veselov G.E. *The Theory of Hierarchical Management of Complex Systems: a Synergetic Approach.* *Proceedings of the VIIIth All-Russian Scientific Conference "System Synthesis and Applied Synergetics"*, 18–20 September 2017, Nizhny Arkhyz, Russia. Rostov-on-Don: Southern Federal University Publ.; 2017. p.23–43. (in Russ.)
11. *MentalModeler.* Available from: <http://www.mentalmodeler.org> [Accessed 24th September 2021]
12. Ryabinin I.A. Logical-Probabilistic Analysis and its Modern Possibilities. *Biosphere.* 2010;2(1):23–28. (in Russ.)
13. Alekseev V.V. *Development of Logical-Probabilistic Models, Methods and Algorithms for Risk and Efficiency Management in Structurally Complex Systems.* PhD Thesis. St. Petersburg: Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation Publ.; 2009. (in Russ.)
14. Mozhaev A.S., Gromov V.N. *Theoretical Foundations of the General Logical-Probabilistic Method of Automated System Modeling.* St. Petersburg: VITU Publ.; 2000. 144 p. (in Russ.)

Сведения об авторе:

**МАКСИМОВА
Елена Александровна**

кандидат технических наук, доцент кафедры «Прикладные информационные технологии» (КБ-2) института Комплексной безопасности и специального приборостроения МИРЭА – Российского технологического университета,
maksimova@mirea.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-8788-4256>