

**В.В. Баранов², Д.А. Иванов¹, М.А. Коцыняк¹, В.М. Московченко²,
А.П. Нечепуренко¹**

¹Россия, г. Санкт-Петербург, Военная академия связи им. С.М. Буденного

²Россия, г. Новочеркасск, Южно-Российский государственный
политехнический университет имени М.И. Платова

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ТОПОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СТОХАСТИЧЕСКОЙ СЕТИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ

В современных условиях основой информационного противоборства является система информационного воздействия. В статье рассмотрен современный подход к прогнозированию распределения средств воздействия на информационно-телекоммуникационную сеть (ИТКС) с учётом места элементов в сети, определение очередности воздействия на элементы ИТКС.

Ключевые слова: информационно-телекоммуникационная сеть, информационное воздействие, информационное противоборство.

В условиях многофакторного воздействия затруднительно выбрать способы и средства защиты объектов. Для обоснования направлений защиты необходима оценка возможностей противника по воздействию на объекты. Для этого предлагается комплексная модель распределения факторов инновационного воздействия по элементам ИТКС.

Модель предназначена для определения наиболее опасных средств воздействия на каждый элемент ИТКС.

Решение задачи сводится к распределению средств воздействия по объектам поражения таким образом, чтобы воздействие на каждый объект в заданное время было максимальным.

Физическая постановка задачи. Возьмем сеть, которая содержит S элементов. Каждый i -й элемент характеризуется своими решаемыми задачами, т.е. важностью элемента (A_i).

Решение задачи сводится к определению наиболее опасных средств воздействия с целью максимизации целевой функции и эффективной последовательности воздействия, т.е. прогнозирование нанесения значительного ущерба каждому элементу. Исходя из физической постановки задачи, требуется опре-

делить матрицу назначения средств воздействия и очередность средств воздействия.

Учитывая идею оптимального распределения разноэффективных средств воздействия и условий решения задачи, приемлемым методом решения является метод максимального элемента [1].

Требуется определить матрицу назначения средств воздействия $X_0 = \|X_{vi}\|_{TS}$, обеспечивающую максимальное значение целевой функции:

$$F(X^0) = \sum_{i=1}^S F_i(x_{vi}^0) = \max_X \sum_{i=1}^S A_i(\tau_{возд}) (1 - E_{vi}^{x_{vi}})$$

при следующих условиях:

$$\sum_{i=1}^S x_{vi} = 1; \quad v = 1, \bar{T}; \quad T < S; \quad 0 < A_i(\tau_{возд}) \leq 1,$$

$$x_{vi} = \begin{cases} 1 - \text{если средство воздействия назначено,} \\ 0 - \text{в противном случае,} \end{cases}$$

$$0 \leq E_{vi} \leq 1,$$

где $E_{vi} = 1 - P_{возд\ vi}$ – вероятность защиты i -го объекта от v -ого средства воздействия; S – количество объектов; T – количество средств воздействия; $A_i(\tau_{возд})$ – динамический коэффициент важности каждого элемента.

Пример решения: В качестве примера возьмем ИТКС в состав которой входит 26 объектов (АРМ.ДЛ – 7; АРМ.П – 7; Сервер – 2; АРМ.Н – 5; АРМ.ОБИ – 5). Значения вероятностей воздействия на объекты ИТКС представлены в таблице 1. Значения важности каждого элемента и результаты решения задачи представлены в таблице 2, жирным цветом показана максимальная вероятность воздействия на каждом шаге расчетов.

В результате решения задачи были определены вероятности воздействия противника, а также очередность их воздействия на элементы.

Анализ полученных результатов показал, что для максимального нанесения ущерба первоначально противник будет воздействовать на сервер средствами ВТО, затем применит РП и ПВ. После будет использовать средства ВТО, но уже для поражения АРМ.Н и АРМ.ОБИ, и т.д.

Необходимо отметить, что рассматриваемую задачу, исходя из характера действий системы поражения и принципов планирования, нужно решать для временных «сечений» по этапам функционирования системы управления. В

этом случае после каждой смены этапа функционирования необходимо производить уточнение структуры и варианта защиты элементов, что позволит решать задачу оптимизации структуры системы защиты и ее параметров, т.е. реализовать адаптивную систему защиты.

Таблица 1 – Вероятность воздействия на объекты ИТКС

Тип возд-я / Наим-е элемента ИТКС	Техническая разведка (ТР)	Высокоточное оружие (ВТО)	Диверсионно-разведывательные группы (ДРГ)	Радиоподавление (РП)	Психологическое воздействие (ПВ)	Сетевые операции (СО)
Сервер	0,58	0,874	0,5	0,7	0,7	0,48
АРМ.Н	0,58	0,76	0,5	0,7	0,7	0,48
АРМ.ОБИ	0,58	0,76	0,5	0,7	0,7	0,48
АРМ.ДЛ	0,58	0,693	0,5	0,7	0,7	0,48
АРМ.П	0,58	0,693	0,5	0,7	0,7	0,48

Таблица 2 – Исходные данные и результаты решения задачи

Тип объекта	АРМ.ДЛ, АРМ.П						Сервер					АРМ.Н, АРМ.ОБИ								
	ТР	ВТО	ДРГ	РП	ПВ	СО	ТР	ВТО	ДРГ	РП	ПВ	СО	ТР	ВТО	ДРГ	РП	ПВ	СО		
Важность объекта	0,73						0,92					0,8								
Вероятность воздействия	0,58	0,693	0,5	0,7	0,7	0,48	0,58	0,874	0,5	0,7	0,7	0,48	0,58	0,76	0,5	0,7	0,7	0,48		
Результаты решения задачи																				
1	0,423	0,423	0,505	0,365	0,511	0,511	0,35	0,533	0,043	0,804	0,46	0,644	0,644	0,441	0,464	0,608	0,4	0,56	0,56	0,384
2	0,423	0,423	0,505	0,365	0,511	0,511	0,35	0,533	0,043	0,804	0,46	0,644	0,644	0,441	0,464	0,608	0,4	0,56	0,56	0,384
3	0,423	0,423	0,505	0,365	0,511	0,511	0,35	0,533	0,043	0,804	0,46	0,644	0,644	0,441	0,464	0,608	0,4	0,56	0,56	0,384

Методы воздействия противника обладают вероятностно-временными характеристиками (ВВХ), определение которых позволит оценить степень их опасности, выбрать и реализовать меры защиты. Для исследования и определения ВВХ системы воздействия противника необходима разработка их модели.

С этой целью предлагается использовать профильные модели системы воздействия противника и метод топологического преобразования стохастических сетей (ТПСС)[2].

Учитывая результаты, полученные в таблице 2, профильная модель имеет следующий вид:

– с вероятностью P_I осуществляется воздействие ВТО на элементы ИТКС за среднее время \bar{t}_A с функцией распределения $B(t)$;

– с вероятностью P_{II} осуществляется воздействие средствами РП на элементы ИТКС за среднее время \bar{t}_B с функцией распределения $N(t)$;

– с вероятностью P_{III} осуществляется ПВ на элементы ИТКС за среднее время \bar{t}_C с функцией распределения $C(t)$;

– с вероятностью P_{IV} осуществляется ТР на элементы ИТКС за среднее время \bar{t}_D с функцией распределения $P(t)$;

– с вероятностью P_V осуществляется воздействие ДРГ на элементы ИТКС за среднее время \bar{t}_E с функцией распределения $M(t)$;

– с вероятностью P_{VI} осуществляются СО на элементы ИТКС за среднее время \bar{t}_F с функцией распределения $L(t)$.

С обратной вероятностью противник прекращает воздействие на каждом этапе, если вероятность выполнения этого этапа больше 0,9 за среднее время $\bar{t}_{повт}$ с функцией распределения $Z(t)$.

Требуется определить интегральную функцию распределения вероятности $F(t)$ и среднее время \bar{t}_B воздействия на ИТКС.

Математическая модель. Описанный выше процесс представим в виде стохастической сети (рисунок 1).

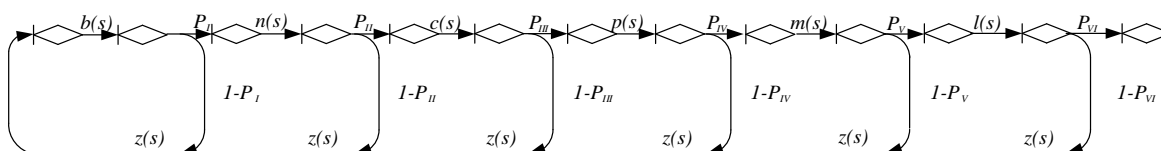


Рисунок 1 – Стохастическая сеть воздействия на ИТКС.

Используя правила преобразования профильных моделей по правилам ТПСС [2], получены расчетные выражения для интегральной функции распределения вероятности и среднего времени реализации воздействия.

$$F(t) = \sum_{k=1}^{10} \frac{bP_I n P_{II} c P_{III} p P_{IV} m P_V l P_{VI} (z + s_k)^6}{\phi'(s_k)} \frac{1 - \exp[-s_k t]}{s_k},$$

$$\bar{t}_B = \sum_{k=1}^{10} \frac{bP_I n P_{II} c P_{III} p P_{IV} m P_V l P_{VI} (z + s_k)^6}{\phi'(s_k)} \frac{1}{(-s_k)^2}$$

Результаты расчетов ВВХ представлены на рисунке 2.

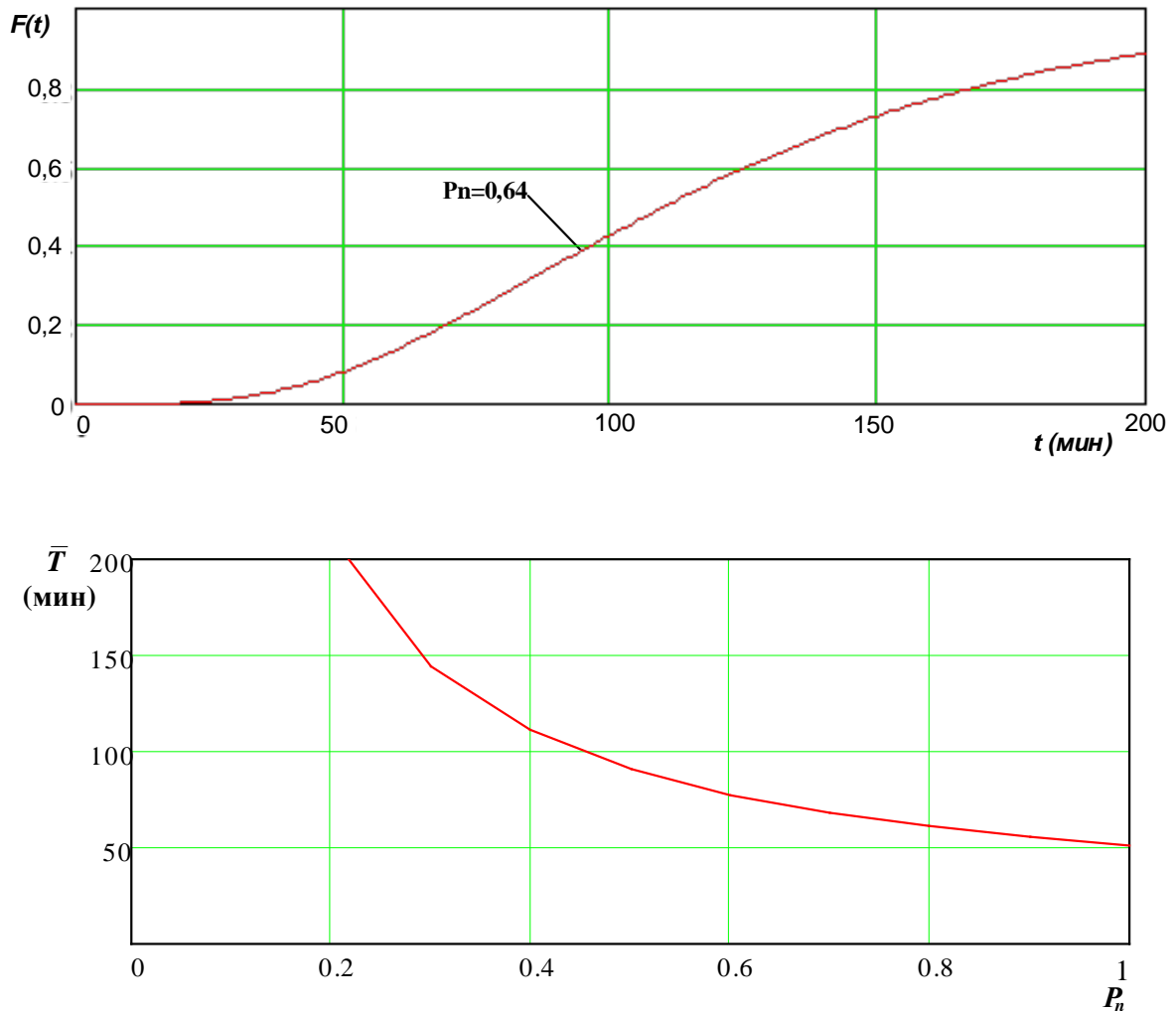


Рисунок 2 – Вероятностно-временные характеристики системы воздействия противника: а) зависимость интегральной функции распределения вероятности воздействия от времени; б) зависимость среднего времени реализации воздействия от вероятности воздействия

В качестве исходных данных используются следующие значения:

$$\overline{t_A} = 29 \text{ мин}; \overline{t_B} = 29 \text{ мин}; \overline{t_C} = 170 \text{ мин}; \overline{t_D} = 14 \text{ мин}; \overline{t_E} = 120 \text{ мин}; \overline{t_F} = 5 \text{ мин}; \\ \overline{t_{\text{повт}}} = 1 \text{ мин};$$

$$P_I = 0,8; P_{II} = 0,64; P_{III} = 0,64; P_{IV} = 0,53; P_V = 0,36; P_{IV} = 0,35.$$

Полученные зависимости позволяют оценить влияние вероятности воздействия на значения функции распределения времени реализации применения средств воздействия на ИТКС. Чем меньше времени затрачивается на применение средств воздействия, тем выше вероятность поражения. Однако, по мере возрастания значения $P(t)$ степень влияния на интегральную функцию распределения $F(t)$ уменьшается и при преодолении значения $P(t) > 0,5$ степень влияния пренебрежимо мала.

Таким образом представленный подход позволяет определить очередность и вид воздействия на каждый элемент ИТКС, что в свою очередь позволит определить меры противодействия каждому средству (виду) воздействия.

Литература

1. Берзин Е.А. Оптимальное распределение ресурсов и элементы синтеза систем. – М.: Советское радио, 1974. – 304 с.
2. Коцыняк М.А., Карганов В.В., Миронов А.Н., Нечепуренко А.П. Вероятностно-временные характеристики комплекса радиоподавления. Высшая школа, 2016. № 10. С. 129-131.
3. Коцыняк М.А., Лаута О.С., Нечепуренко А.П., Штеренберг И.Г. Методика оценки устойчивости информационно-телекоммуникационной сети в условиях информационного воздействия. Труды учебных заведений связи. 2016. Т.2. № 4 С. 82-87.
4. Коцыняк М.А., Карганов В.В., Лаута О.С., Нечепуренко А.П. Методика обоснования мер противодействия радиолокационной разведке высокоточного оружия. Вопросы оборонной техники. Серия 1: Технические средства противодействия терроризму. 2016. № 9-10 (99-100). С. 54-57.