



УДК 623.77:623.618.2:519.711.3
ГРНТИ 00.77.00

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТАМ СРЕДСТВАМ ВОЗДУШНОГО НАПАДЕНИЯ ПРОТИВНИКА

В.Ю. ФАЛИЛЕЕВ

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

А.И. РЫШМАНОВ

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Р.Р. ШАТОВКИН, доктор технических наук

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

В интересах повышения эффективности управления силами и средствами комплексной системы защиты объектов в условиях нанесения противником ракетно-авиационного удара разработаны структурная и графовая модели противодействия комплексной системы защиты объектов средствам воздушного нападения противника. Структурная модель позволяет обоснованно определить состав, место и роль каждой стороны и ее элементов, а также формализовать их взаимные отношения. Графовая модель с использованием базовой шкалы градаций отношений позволяет установить численные значения формализованных взаимных отношений сторон и их элементов посредством определения значений взаимных отношений для каждого из рассмотренных конфликтов.

Ключевые слова: средства воздушного нападения, комплексная система защиты объектов, подсистема маскировки, подсистема прикрытия, подсистема разведки, конфликт.

OBJECTS PROTECTION COMPLEX SYSTEM COUNTERACTION MODELING FROM ENEMY AIR ATTACK MEANS

V.YU. FALILEEV

MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

A.I. RYSHMANOV

MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

R.R. SHATOVKIN, Doctor of Technical Sciences

MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

In order to improve the objects protection complex system forces and means control effectiveness in the enemy's missile and air strike conditions the counteraction structural and graph models of the objects protection complex system from enemy air attack weapons has been developed. The structural model makes it possible to reasonably determine the composition, place and role of each party and its elements, as well as to formalize their mutual relations. Graph model using the basic scale of relations gradations allows you to set the numerical values of the formalized mutual relations of the parties and their elements by determining the values of mutual relations for each of the conflicts considered.

Keywords: air attack means, objects protection complex system, masking subsystem, suppressions subsystem, reconnaissance subsystem, conflict.

Введение. Защита объектов от средств воздушного нападения (СВН) противника во многом зависит от полноты и качества выполнения согласованных по целям, задачам, месту и вре-



мени мероприятий, направленных на снижение эффективности воздействия СВН. Это обуславливает создание комплексной системы защиты объектов, включающей силы и средства маскировки объектов, силы и средства прикрытия объектов, а также силы и средства разведки. Комплексность системы определяется использованием в ее составе разнородных сил и средств подсистем прикрытия и маскировки объектов, а также сил и средств подсистемы разведки.

В интересах повышения эффективности управления силами и средствами комплексной системы защиты объектов при нанесении противником ракетно-авиационного удара (РАУ) необходимо определить состав, место и роль каждой противоборствующей стороны и ее элементов, а также формализовать их взаимные отношения и определить потенциальные возможности по противодействию СВН комплексной системы защиты объектов. Такую возможность дает проведение моделирования противодействия комплексной системы защиты объектов СВН противника.

Цель работы – на основе результатов анализа современных и перспективных СВН противника, способов и приемов их применения в ходе РАУ, а также своих сил и средств прикрытия, маскировки и разведки, способов их применения и взаимодействия разработать структурную и графовую модели противодействия комплексной системы защиты объектов СВН противника при нанесении им РАУ.

Актуальность и теоретическая значимость. С использованием базовых принципов теории многоуровневых иерархических систем на основе положений теории конфликта сложных систем разработаем структурную и графовую модели противодействия комплексной системы защиты объектов СВН противника.

Под конфликтом будем понимать специфический способ взаимного воздействия функционирующих сторон друг на друга, обусловленный возникающими отношениями между ними в соответствии с решаемыми каждой из сторон задач по достижению поставленной цели.

Приведенная на рисунке 1 структурная модель описывает противодействия комплексной системы защиты объектов СВН противника в виде сложного конфликта, сторонами которого являются: комплексная система защиты объектов и противодействия СВН противника C_a и СВН противника C_b .

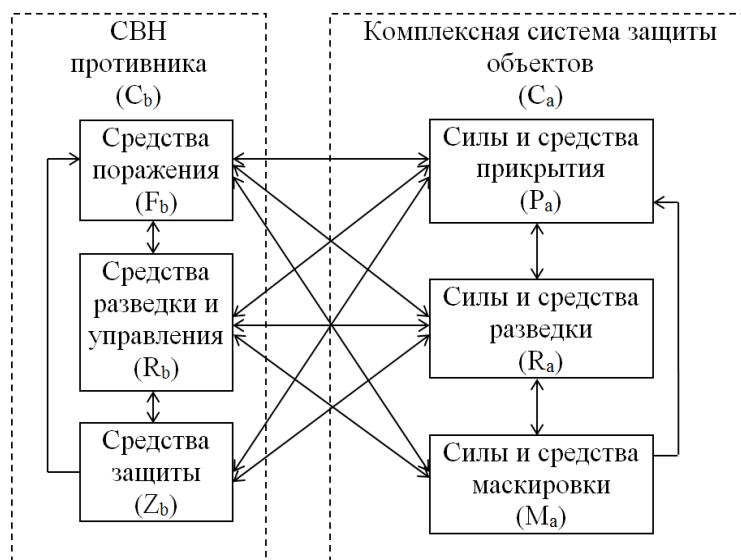


Рисунок 1 – Структурная модель противодействия комплексной системы защиты объектов СВН противника

Каждая из сторон рассматриваемых конфликтов имеет в своем составе ряд элементов, определяющих эффективность ее функционирования и влияющих на достижение стороной поставленной цели.



В состав стороны C_a (комплексной системы защиты объектов) входят следующие элементы:

$$C_a = \{P_a, R_a, M_a\}, \quad (1)$$

где P_a – силы и средства прикрытия; R_a – силы и средства разведки; M_a – силы и средства маскировки.

Под силами и средствами прикрытия P_a комплексной системы защиты объектов C_a подразумеваются силы и средства частей и подразделений истребительной авиации (ИА), зенитных ракетных войск (ЗРВ), радиоэлектронной борьбы (РЭБ), осуществляющие противодействие СВН противника и активную защиту своих объектов.

Под силами и средствами разведки R_a комплексной системы защиты объектов C_a подразумеваются силы и средства частей и подразделений радиотехнических войск (РТВ) и РЭБ, осуществляющие, соответственно, радиолокационную разведку (РЛР), радиотехническую разведку (РТР) и радиоразведку (РР).

Под силами и средствами маскировки M_a комплексной системы защиты объектов C_a подразумеваются силы и средства инженерных войск (ИВ), а также штатные и табельные средства маскировки, осуществляющие скрытие и имитацию объектов (пассивную защиту).

В состав стороны C_b (СВН противника) входят следующие элементы:

$$C_b = \{F_b, R_b, Z_b\}, \quad (2)$$

где F_b – средства поражения; R_b – средства разведки и управления; Z_b – средства защиты.

Под средствами поражения F_b в составе СВН противника C_b подразумеваются самолеты тактической авиации (ТА), палубной авиации (ПА), стратегической авиации (СА), вооруженные высокоточным оружием (ВТО) и осуществляющие огневое поражение элементов комплексной системы защиты объектов, а также самих объектов защиты.

Под средствами разведки и управления R_b в составе СВН противника C_b подразумеваются: средства разведки – самолеты-разведчики и беспилотные летательные аппараты (БЛА) тактической разведки, осуществляющие РЛР, РТР, РР, разведку в оптическом диапазоне длин волн (видимом и инфракрасном (ИК)); средства управления – самолеты дальнего радиолокационного обнаружения и управления (ДРЛОУ).

Под средствами защиты Z_b в составе СВН противника C_b подразумеваются средства РЭБ, осуществляющие индивидуальную и групповую защиту СВН противника.

Целью функционирования стороны C_a (комплексной системы защиты объектов) является защита своих объектов и поражение СВН противника.

Целью функционирования стороны C_b (СВН противника) является преодоление сил и средств комплексной системы защиты объектов и уничтожение объектов защиты.

Конфликт «противодействие комплексной системы защиты объектов СВН противника» между сторонами C_a и C_b можно представить в виде конфликта критериального класса «взаимное противодействие» [1–3].

Отношение «взаимное противодействие» характеризуется отрицательным влиянием сторон на функционирование друг друга, при котором повышение эффективности одной стороны влечет снижение эффективности другой, и наоборот, уменьшение эффективности одной стороны приводит к росту эффективности другой [2].

В случае конфликта двух сторон – комплексной системы защиты объектов C_a и СВН противника C_b , когда их функционирование на некотором интервале времени описывается непрерывными и дифференцируемыми функциями эффективности $E_{C_a}(t)$, $E_{C_b}(t)$, «взаимное противодействие» можно определить как:



$$S_{--} : (\partial E_{Ca} / \partial E_{Cb} < 0) \wedge (\partial E_{Cb} / \partial E_{Ca} < 0), \quad (3)$$

где знак « \wedge » соответствует логическому «И», $\partial E_{Ca} / \partial E_{Cb}$ и $\partial E_{Cb} / \partial E_{Ca}$ – частные производные, значения которых характеризуют интенсивности влияния сторон друг на друга, а знаки – направление влияния (например, при $\partial E_{Ca} / \partial E_{Cb} < 0$ – сторона C_b оказывает отрицательное влияние на сторону C_a ; при $\partial E_{Ca} / \partial E_{Cb} > 0$ – сторона C_b оказывает положительное влияние на сторону C_a ; при $\partial E_{Ca} / \partial E_{Cb} = 0$ – сторона C_b не оказывает влияния на сторону C_a).

Рассмотренный крупный конфликт, в свою очередь, можно представить в виде совокупности конфликтов между элементами их сторон. При этом каждый элемент имеет свою цель функционирования.

Целью функционирования элемента P_a (сил и средств прикрытия) стороны C_a является поражение СВН противника и активная защита своих объектов.

Целью функционирования элемента R_a (сил и средств разведки) стороны C_a является добывание информации о противнике и обеспечение ей сил и средств прикрытия, сил и средств маскировки, объекта защиты.

Целью функционирования элемента M_a (сил и средств маскировки) стороны C_a является пассивная защита своих объектов.

Целью функционирования элемента F_b (средств поражения) стороны C_b является огневое поражение элементов комплексной системы защиты объектов, а также самих объектов защиты.

Целью функционирования элемента R_b (средств разведки и управления) стороны C_b является добывание информации о противнике, обеспечение ей средств поражения и средств защиты, и управление средствами поражения и средствами защиты.

Целью функционирования элемента Z_b (средств защиты) стороны C_b является защита СВН противника.

Рассмотрим отношения, существующие между элементами сторон C_a и C_b в рамках конфликта критериального класса «взаимное противодействие».

1. Между силами и средствами прикрытия комплексной системы защиты объектов P_a и средствами поражения противника F_b существует отношение «антагонизм».

Под отношением «антагонизм» понимается предельная степень противодействия в конфликте, при которой достижение цели одной стороной исключает достижение цели другой стороной (компромисс невозможен) [2].

Формально отношение «антагонизм» между элементами P_a и F_b можно представить как:

$$S_{--}^{ан} : [(\partial E_{Pa} / \partial E_{Fb} < 0) \wedge (\partial E_{Fb} / \partial E_{Pa} < 0)] \wedge [\max E_{Pa} \Leftrightarrow (E_{Fb} = 0), \max E_{Fb} \Leftrightarrow (E_{Pa} = 0)], \quad (4)$$

где символ \Leftrightarrow означает взаимное соответствие (например, выражение « $A \Leftrightarrow B$ » означает, что « A » влечет за собой « B » и « B » влечет за собой « A »).

2. Между силами и средствами прикрытия комплексной системы защиты объектов P_a и средствами разведки и управления противника R_b существует отношение «строгое соперничество».

Отношение «строгое соперничество» – разновидность противодействующего взаимоотношения, при котором наибольшая эффективность функционирования одной стороны достигается при наименьшей эффективности другой. Иными словами, при строгом противодействии цели сторон хотя и противоположны, но неантагонистичны, то есть, несмотря на противоречия или расхождения в позициях, у сторон имеются точки соприкосновения, где возможны локальные компромиссы [2].

Формально отношение «строгое соперничество» между элементами P_a и R_b можно представить как:



$$S_{--}^{cc} : [(\partial E_{Pa} / \partial E_{Rb} < 0) \wedge (\partial E_{Rb} / \partial E_{Pa} < 0)] \wedge [\max E_{Pa} \Leftrightarrow \min E_{Rb}, \max E_{Rb} \Leftrightarrow \min E_{Pa}]. \quad (5)$$

3. Между силами и средствами прикрытия комплексной системы защиты объектов P_a и средствами защиты противника Z_b существует отношение «строгое соперничество».

Формально отношение «строгое соперничество» между элементами P_a и Z_b можно представить как:

$$S_{--}^{cc} : [(\partial E_{Pa} / \partial E_{Zb} < 0) \wedge (\partial E_{Zb} / \partial E_{Pa} < 0)] \wedge [\max E_{Pa} \Leftrightarrow \min E_{Zb}, \max E_{Zb} \Leftrightarrow \min E_{Pa}]. \quad (6)$$

4. Между силами и средствами разведки комплексной системы защиты объектов R_a и средствами поражения противника F_b существует отношение «строгое соперничество».

Формально отношение «строгое соперничество» между элементами R_a и F_b можно представить как:

$$S_{--}^{cc} : [(\partial E_{Ra} / \partial E_{Fb} < 0) \wedge (\partial E_{Fb} / \partial E_{Ra} < 0)] \wedge [\max E_{Ra} \Leftrightarrow \min E_{Fb}, \max E_{Fb} \Leftrightarrow \min E_{Ra}]. \quad (7)$$

5. Между силами и средствами разведки комплексной системы защиты объектов R_a и средствами разведки и управления противника R_b существует отношение «нестрогое соперничество».

Под отношением «нестрогое соперничество» понимается разновидность противоборствующего взаимоотношения, при котором, стороны хотя и оказывают отрицательное влияние друг на друга, но, тем не менее, способны на основе компромисса достичь своих целей, хотя возможно не в полной мере [2].

Формально отношение «нестрогое соперничество» между элементами R_a и R_b можно представить как:

$$S_{--}^{nc} : [(\partial E_{Ra} / \partial E_{Rb} < 0) \wedge (\partial E_{Rb} / \partial E_{Ra} < 0)] \wedge [\max E_{Ra} \Leftrightarrow \min E_{Rb}, \max E_{Rb} \Leftrightarrow \min E_{Ra}], \quad (8)$$

где символом \Leftrightarrow обозначено взаимное несоответствие (например, выражение « $A \Leftrightarrow B$ » означает, что « A » не влечет за собой « B » и « B » не влечет за собой « A »).

6. Между силами и средствами разведки комплексной системы защиты объектов R_a и средствами защиты противника Z_b существует отношение «строгое соперничество».

Формально отношение «строгое соперничество» между элементами R_a и Z_b можно представить как:

$$S_{--}^{cc} : [(\partial E_{Ra} / \partial E_{Zb} < 0) \wedge (\partial E_{Zb} / \partial E_{Ra} < 0)] \wedge [\max E_{Ra} \Leftrightarrow \min E_{Zb}, \max E_{Zb} \Leftrightarrow \min E_{Ra}]. \quad (9)$$

7. Между силами и средствами маскировки комплексной системы защиты объектов M_a и средствами поражения противника F_b существует отношение «строгое соперничество».

Формально отношение «строгое соперничество» между элементами M_a и F_b можно представить как:

$$S_{--}^{cc} : [(\partial E_{Ma} / \partial E_{Fb} < 0) \wedge (\partial E_{Fb} / \partial E_{Ma} < 0)] \wedge [\max E_{Ma} \Leftrightarrow \min E_{Fb}, \max E_{Fb} \Leftrightarrow \min E_{Ma}]. \quad (10)$$

8. Между силами и средствами маскировки комплексной системы защиты объектов M_a и средствами разведки и управления противника R_b существует отношение «строгое соперничество».

Формально отношение «строгое соперничество» между элементами M_a и R_b можно представить как:



$$S_{--}^{cc} : [(\partial E_{Ma} / \partial E_{Rb} < 0) \wedge (\partial E_{Rb} / \partial E_{Ma} < 0)] \wedge [\max E_{Ma} \Leftrightarrow \min E_{Rb}, \max E_{Rb} \Leftrightarrow \min E_{Ma}]. \quad (11)$$

9. Между силами и средствами маскировки комплексной системы защиты объектов M_a и средства защиты противника Z_b существует отношение «нейтралитет».

Отношение «нейтралитет» характеризуется тем, что рассматриваемые элементы сторон не оказывают непосредственного влияния на функционирование друг друга, что формально записывается выражением [2]:

$$S_{00} : (\partial E_{Ma} / \partial E_{Zb} = 0) \wedge (\partial E_{Zb} / \partial E_{Ma} = 0). \quad (12)$$

Рассмотренные отношения между сторонами и элементами сторон обозначенного конфликта можно представить в виде матрицы отношений, показанной на рисунке 2.

S ₋₋			C _a
C _b			
F _b	R _b	Z _b	
S ₋₋ ^{ан}	S ₋₋ ^{cc}	S ₋₋ ^{cc}	P _a
S ₋₋ ^{cc}	S ₋₋ ^{hc}	S ₋₋ ^{cc}	R _a
S ₋₋ ^{cc}	S ₋₋ ^{cc}	S ₀₀	M _a

Рисунок 2 – Матрица отношений между сторонами и элементами сторон конфликта «противодействие комплексной системы защиты объектов СВН противника»

Помимо рассмотренного конфликта между сторонами C_a и C_b и отношений между элементами данных сторон, также существуют внутрисистемные отношения между элементами стороны C_a и стороны C_b .

Рассмотрим отношения, существующие между элементами стороны C_a .

1. У сил и средств прикрытия P_a комплексной системы защиты объектов между собой существует отношение «единство».

Формально отношение «единство» для элемента P_a можно представить как:

$$S_{++}^{ed} : \partial E_{Pa} / \partial E_{Pa} = 1. \quad (13)$$

2. Между силами и средствами прикрытия P_a и силами и средствами разведки R_a комплексной системы защиты объектов существует отношение «содружество».

Отношение «содружество» – разновидность содействия, при котором цели рассматриваемых сторон имеют различия, но эти различия не выходят за рамки определенных границ, то есть каждая из сторон преследует свои интересы, но они не противоречат общим интересам [2].

Формально отношение «содружество» между элементами P_a и R_a можно представить как:

$$S_{++}^{col} : [(\partial E_{Pa} / \partial E_{Ra} > 0) \wedge (\partial E_{Ra} / \partial E_{Pa} > 0)] \wedge [\max E_{Pa} \Leftrightarrow \max E_{Ra}] \wedge [\min E_{Pa} \Leftrightarrow \min E_{Ra}]. \quad (14)$$

3. Между силами и средствами маскировки M_a и силами и средствами прикрытия P_a комплексной системы защиты объектов существует отношение «одностороннее содействие».

Формально отношение «одностороннее содействие» между элементами M_a и P_a можно представить как:



$$S_{+0} : (\partial E_{Ma} / \partial E_{Pa} = 0) \wedge (\partial E_{Pa} / \partial E_{Ma} > 0). \quad (15)$$

4. У сил и средств разведки R_a комплексной системы защиты объектов между собой существует отношение «единство».

Формально отношение «единство» для элемента R_a можно представить как:

$$S_{++}^{ед} : \partial E_{Ra} / \partial E_{Ra} = 1. \quad (16)$$

5. Между силами и средствами разведки R_a и силами и средствами маскировки M_a комплексной системы защиты объектов существует отношение «содружество».

Формально отношение «содружество» между элементами R_a и M_a можно представить как:

$$S_{++}^{сод} : [(\partial E_{Ra} / \partial E_{Ma} > 0) \wedge (\partial E_{Ma} / \partial E_{Ra} > 0)] \wedge [\max E_{Ra} \Leftrightarrow \max E_{Ma}] \wedge [\min E_{Ra} \Leftrightarrow \min E_{Ma}]. \quad (17)$$

6. У сил и средств маскировки M_a комплексной системы защиты объектов между собой существует отношение «единство».

Формально отношение «единство» для элемента M_a можно представить как:

$$S_{++}^{ед} : \partial E_{Ma} / \partial E_{Ma} = 1. \quad (18)$$

Рассмотренные отношения между элементами стороны C_a можно представить в виде матрицы отношений, показанной на рисунке 3.

C_a	P_a	R_a	M_a
P_a	$S_{++}^{ед}$	$S_{++}^{сод}$	S_{+0}
R_a	$S_{++}^{сод}$	$S_{++}^{ед}$	$S_{++}^{сод}$
M_a	S_{+0}	$S_{++}^{сод}$	$S_{++}^{ед}$

Рисунок 3 – Матрица отношений между элементами комплексной системы защиты объектов (стороны C_a)

Рассмотрим отношения, существующие между элементами стороны C_b .

1. У средств поражения F_b противника между собой существует отношение «единство».

Формально отношение «единство» для элемента F_b можно представить как:

$$S_{++}^{ед} : \partial E_{Fb} / \partial E_{Fb} = 1. \quad (19)$$

2. Между средствами поражения F_b и средствами разведки и управления R_b противника существует отношение «содружество».

Формально отношение «содружество» между элементами F_b и R_b можно представить как:

$$S_{++}^{сод} : [(\partial E_{Fb} / \partial E_{Rb} > 0) \wedge (\partial E_{Rb} / \partial E_{Fb} > 0)] \wedge [\max E_{Fb} \Leftrightarrow \max E_{Rb}] \wedge [\min E_{Fb} \Leftrightarrow \min E_{Rb}]. \quad (20)$$

3. Между средствами защиты Z_b и средствами поражения F_b противника существует отношение «одностороннее содействие».

Формально отношение «одностороннее содействие» между элементами F_b и Z_b можно представить как:



$$S_{+0} : (\partial E_{Z_b} / \partial E_{F_b} = 0) \wedge (\partial E_{F_b} / \partial E_{Z_b} > 0). \quad (21)$$

4. У средств разведки и управления R_b противника между собой существует отношение «единство».

Формально отношение «единство» для элемента R_b можно представить как:

$$S_{++}^{ед} : \partial E_{R_b} / \partial E_{R_b} = 1. \quad (22)$$

5. Между средствами разведки и управления R_b и средствами защиты Z_b противника существует отношение «содружество».

Формально отношение «содружество» между элементами R_b и Z_b можно представить как:

$$S_{++}^{сод} : [(\partial E_{R_b} / \partial E_{Z_b} > 0) \wedge (\partial E_{Z_b} / \partial E_{R_b} > 0)] \wedge [\max E_{R_b} \Leftrightarrow \max E_{Z_b}] \wedge [\min E_{R_b} \Leftrightarrow \min E_{Z_b}]. \quad (23)$$

6. У средств защиты Z_b противника между собой существует отношение «единство».

Формально отношение «единство» для элемента Z_b можно представить как:

$$S_{++}^{ед} : \partial E_{Z_b} / \partial E_{Z_b} = 1. \quad (24)$$

Рассмотренные отношения между элементами стороны C_b можно представить в виде матрицы отношений, показанной на рисунке 4.

C_b	F_b	R_b	Z_b
F_b	$S_{++}^{ед}$	$S_{++}^{сод}$	S_{+0}
R_b	$S_{++}^{сод}$	$S_{++}^{ед}$	$S_{++}^{сод}$
Z_b	S_{+0}	$S_{++}^{сод}$	$S_{++}^{ед}$

Рисунок 4 – Матрица отношений между элементами СВН противника (стороны C_b)

Используя классификацию для типовых парных отношений, представленную в работах [1–3], введем базовую шкалу градаций отношений, изображенную на рисунке 5.

Противодействие				Одностороннее	Нейтралитет	Содействие				
Взаимное S_{--}						Одностороннее	Взаимное S_{++}			
Гибель	Антагонизм	Строгое соперничество	Нестрогое соперничество				Коалиция	Содружество	Симбиоз	Единство
$S_{--}^г$	$S_{--}^{ан}$	$S_{--}^{ср}$	$S_{--}^{нс}$	S_{-0}	S_{00}	S_{+0}	$S_{++}^к$	$S_{++}^{сод}$	$S_{++}^{сим}$	$S_{++}^{ед}$
-1	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1

Рисунок 5 – Базовая шкала градаций отношений



Зная определенное по 11-бальной шкале значение каждого парного отношения между элементами сторон, можно определить суммарные значения взаимных отношений сторон S_a и S_b , используя выражение:

$$S = \frac{1}{N} \sum_{i,j=1}^N S_{ij}, \quad (25)$$

где i, j – элементы стороны (сторона) конфликта; N – количество отношений между элементами (сторонами) i и j ($i \neq j$).

Тогда частный внутрисистемный конфликт элементов стороны S_a определяется суммарным значением взаимных отношений ее элементов:

$$S_a = \frac{(0,6+0,2+0,6+0,6+0,2+0,6)}{6} = 0,47,$$

что соответствует отношению в диапазоне $[S_{++}^k; S_{++}^{cod}]$.

Частный внутрисистемный конфликт элементов стороны S_b определяется суммарным значением взаимных отношений ее элементов:

$$S_b = \frac{(0,6+0,2+0,6+0,6+0,2+0,6)}{6} = 0,47,$$

что соответствует отношению в диапазоне $[S_{++}^k; S_{++}^{cod}]$.

Парный конфликт критериального класса «взаимное противодействие» между сторонами S_a и S_b определяется суммарным значением взаимных отношений этих сторон:

$$S_{--} = \frac{(-0,8-0,6-0,6-0,6-0,4-0,6-0,6-0,6+0)}{9} = -0,53,$$

что соответствует отношению в диапазоне $[S_{--}^{cc}; S_{--}^{hc}]$.

С учетом введенной базовой шкалы градаций отношений и проведенных расчетов, матрицы отношений между сторонами и элементами сторон конфликта можно представить в численном виде (рисунок 6).

-0,53			
C_b			C_a
F_b	R_b	Z_b	
-0,8	-0,6	-0,6	P_a
-0,6	-0,5	-0,6	R_a
-0,6	-0,6	0	M_a

0,47			
C_a	P_a	R_a	M_a
P_a	1	0,6	0,2
R_a	0,6	1	0,6
M_a	0,2	0,6	1

0,47			
C_b	F_b	R_b	Z_b
F_b	1	0,6	0,2
R_b	0,6	1	0,6
Z_b	0,2	0,6	1

Рисунок 6 – Матрица отношений между сторонами и элементами сторон конфликтов в численном виде



Полученные результаты дают обоснованную возможность разработать графовую модель противодействия комплексной системе защиты объектов СВН противника (рисунок 7).

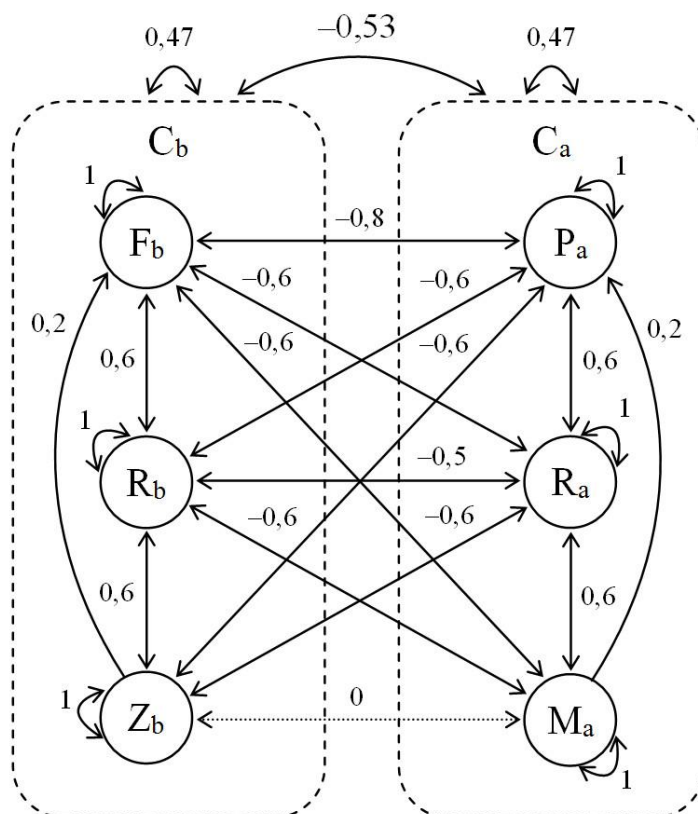


Рисунок 7 – Графовая модель противодействия комплексной системе защиты объектов СВН противника

Выводы. Таким образом, с использованием результатов анализа современных и перспективных СВН противника, способов и приемов их применения в ходе РАУ, а также своих сил и средств прикрытия, маскировки и разведки, способов их применения и взаимодействия разработаны структурная и графовая модели противодействия комплексной системе защиты объектов СВН противника при нанесении им РАУ.

Структурная модель представляет противодействие комплексной системе защиты объектов СВН противника в виде конфликта критериального класса «взаимное противодействие». В модели учтены взаимные отношения между элементами каждой из сторон в виде частных внутрисистемных конфликтов. Установление взаимных отношений в модели осуществлялось с учетом функций и целей рассматриваемых сторон и их элементов. Все это позволяет обоснованно определить состав, место и роль каждой стороны и ее элементов, а также формализовать их взаимные отношения.

Графовая модель с использованием базовой шкалы градаций отношений позволяет установить численные значения формализованных взаимных отношений сторон и их элементов посредством определения значений взаимных отношений для каждого из рассмотренных конфликтов.

Динамика развития рассмотренного конфликта между комплексной системой защиты объектов и СВН противника и его положительный результат для комплексной системы защиты объектов зависят не только от тактико-технических характеристик средств и возможных способов применения сил противоборствующих сторон, но и от способа управления силами и средствами комплексной системы защиты объектов и противодействия СВН противника, определяющего их взаимодействие и распределение ресурсов.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дружинин В.В., Конторов Д.С., Конторов М.Д. Введение в теорию конфликта. М.: Радио и связь, 1989. 288 с.
2. Новосельцев В.И., Тарасов Б.В. Системная теория конфликта: издание второе, исправленное и дополненное / Под ред. В.И. Новосельцева. М: Издательство «Майор», 2012. 528 с.
3. Аржаков М.В., Аржакова Н.В., Демин Б.Е., Новосельцев В.И. Теория конфликта и ее приложения / Под ред. В.И. Новосельцева. Воронеж: Издательство «Кварт», 2005. 252 с.

REFERENCES

1. Druzhinin V.V., Kontorov D.S., Kontorov M.D. Vvedenie v teoriyu konflikta. M.: Radio i svyaz', 1989. 288 p.
2. Novosel'cev V.I., Tarasov B.V. Sistemnaya teoriya konflikta: izdanie vtoroe, ispravlennoe i dopolnennoe / Pod red. V.I. Novosel'ceva. M: Izdatel'stvo «Major», 2012. 528 p.
3. Arzhakov M.V., Arzhakova N.V., Demin B.E., Novosel'cev V.I. Teoriya konflikta i ee prilozheniya / Pod red. V.I. Novosel'ceva. Voronezh: Izdatel'stvo «Kvarta», 2005. 252 p.

© Фалилеев В.Ю., Рышманов А.И., Шатовкин Р.Р., 2019

Фалилеев Вячеслав Юрьевич, начальник 212 кафедры Сухопутных войск, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А.

Рышманов Аскар Иркитаевич, адъюнкт 212 кафедры Сухопутных войск, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, askar.g.2018@bk.ru.

Шатовкин Роман Родионович, доктор технических наук, старший преподаватель 203 кафедры радиоэлектроники, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, vaiu@mil.ru.