

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНЫХ
ОБЪЕКТОВ ДИВЕРСИОННЫХ ДЕЙСТВИЙ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ
АНТИДИВЕРСИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ**

**A MATHEMATICAL MODEL FOR DETERMINING THE LIKELY OBJECTS
OF SABOTAGE ACTIONS WHEN PLANNING ANTI-SABOTAGE MEASURES**

Академик РАРАН М.В. Сильников, В.И. Лазоркин

АО «НПО Спецматериалов»

M.V. Silnikov, V.I. Lazorkin

Рассматривается задача формализованного определения уязвимых элементов объекта военной инфраструктуры при планировании антидиверсионных мероприятий. Приводятся сведения о тактике действия и типовом составе диверсионно-разведывательной группы. В заключение приводится пример расчета.

Ключевые слова: диверсионно-разведывательная группа, антидиверсионные мероприятия, переносные средства поражения, средства активной защиты.

The problem of formalized determination of vulnerable elements of military infrastructure object in planning anti-diversion measures is considered. Information on the tactics of action and typical composition of a sabotage-intelligence group is given. In conclusion, an example of calculation is given.

Keywords: sabotage and reconnaissance group, anti-sabotage measures, portable means of destruction, means of active protection.

Введение

Диверсионно-разведывательные группы (ДРГ), которые могут забрасываться на территорию Российской Федерации в угрожаемый период и в начальный период боевых действий, представляют серьезную угрозу для объектов военной инфраструктуры.

В отличие от регулярных армейских подразделений, ДРГ, как правило, действуют скрытно из засад, применяя оружие из-за пределов охраняемого периметра объектов, стремясь достигнуть внезапности. Поэтому существующие системы охраны объектов часто оказываются неэффективными [1].

Главными задачами ДРГ являются [2]:

– блокирование объектов путем вывода из строя технических средств охраны (ТСО), транс-

портных коммуникаций, кабельных линий связи и управления, организации засад и уничтожения подразделений усиления охраны и обороны объектов;

– уничтожение средств противовоздушной и противоракетной обороны с целью обеспечения эффективного воздействия на объекты средств поражения высокоточного оружия (СП ВТО);

– наведение средств воздушного нападения (СВН) на объекты с помощью инфракрасных и радиолокационных средств целеуказания;

– разведка результатов воздушных ударов по объектам;

– скрытное проникновение на объекты и транспортные коммуникации с целью установки взрывных устройств с последующим дистанционным подрывом;

– захват и уничтожение вооружения и военной техники.

При невозможности скрытного проникновения на объект и его минирования возможно открытое нападение ДРГ в виде налета, предусматривающего внезапное нанесение удара по объекту с применением переносных средств поражения (ПСП), быстрый выход ДРГ из боя и скрытный отход.

Для осуществления налета на объекты в составе ДРГ могут быть сформированы несколько групп со следующими задачами:

– группа огневой поддержки (2–3 чел.) — уничтожение огневых средств и личного состава подразделений охраны, огневая поддержка действий штурмовой группы, обеспечение ее выхода из боя и отхода, огневое противодействие подхода резерва сил охраны и обороны, установка минно-взрывных заграждений на маршрутах движения мобильных средств;

– штурмовая группа (3–4 чел.) — проникновение на объект и вывод из строя объекта с использованием взрывных устройств и ПСП;

– группа боевого обеспечения (3–4 чел.) — устройство засад и минно-взрывных заграждений на вероятных путях подхода резерва сил охраны и обороны, его уничтожения или сковывания огнем на время проведения налета и отхода других групп;

– группа разграждения (2–3 чел.) — проделывание проходов в системе охранных инженерных заграждений, уничтожение подразделений охраны.

Время нахождения штурмовой группы на рубеже налета может составить 0,5–2,0 часа [3].

ДРГ противника для решения своих задач могут использовать экстремистские и террористические группы.

Численность диверсионной (террористической) группы — 10–20 чел. В состав группы могут входить гранатометчики, пулеметчики, снайперы и радист.

В условиях ограниченных сил и средств обеспечения противодиверсионной устойчивости объекта со сложной структурой планирование антидиверсионных мероприятий представляет собой достаточно сложную задачу [4].

Целью статьи является формализация определения уязвимых элементов объекта со сложной структурой, что позволит оптимизировать рас-

пределение сил и средств для их охраны, обороны и защиты от диверсионных воздействий.

Математическая постановка задачи

Диверсионная группа, состоящая из J отделений, каждое из которых включает M_j диверсантов, вооруженных переносными средствами поражения и взрывными устройствами j -го типа, проникает на объект защиты с целью вывода его из строя.

Объект предназначен для выполнения № задачи и состоит из I элементов, взаимосвязь которых характеризуется матрицей связности $\|\alpha_{i,k}\|_{I \times I}$, компоненты которой $\alpha_{i,k}$ — вероятность выхода из строя k -го элемента при условии выхода из строя i -го элемента.

Каждый i -й элемент характеризуется коэффициентом важности V_i .

Диверсионная группа совершает последовательно Ω нападений на объект. Диверсант из j -го отделения, проникает к i -му элементу и выводит его из строя с вероятностью $P_{j,i}$.

Вероятность сохранения объектом возможности выполнения n -й задачи при ν -м нападении диверсантов:

$$F_n^\nu(m_\nu) = \prod_{k=1}^I \left(1 - \alpha_{k,n} \cdot \left(1 - \prod_{j=1}^J (1 - P_{j,k})^{(m_{j,k}^t + x_{j,k}^t)} \right) \right), \quad (1)$$

$t = \overline{1, T}; n \in G;$

где $m_{j,k}^t$ — число диверсантов j -го подразделения, воздействующих на k -й элемент при t -м нападении на объект;

$x_{j,k}^t$ — суммарное число диверсантов j -го подразделения, воздействующих на k -й элемент за все предшествующие $(t-1)$ нападений на объект:

$$x_{j,k}^t = \sum_{l=1}^{t-1} m_{j,k}^l; \quad (2)$$

T — количество нападений на объект;

$G = n_1, \dots, n_N$ — множество номеров элементов, функционирование которых обеспечивает решение объектом возложенных на него задач.

Решение задачи определения наиболее вероятных целей диверсионных воздействий на объект может осуществляться при двух постановках.

Первая: если известны состав ДРГ, значения коэффициентов относительной важности решения объектом возложенного на него задач V_i

таких, что $0 \leq V_i \leq 1, i \in G, \sum_{i=n_1}^{n_N} V_i = 1$, и желательные для противника значения вероятностей решения объектом соответствующих задач, то определить оптимальное для противника распределение диверсантов по элементам объекта (целям диверсий), при котором минимизируется суммарная важность решаемых объектом задач при условии выполнения упомянутых ограничений:

$$W_t^*(m_t) = \min_{m_t} \sum_{n=n_1}^{n_N} V_n \cdot F_n^t(m_t); \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^I m_{j,k}^t \leq M_j^t, j = \overline{1, J}; \quad (4)$$

$$F_n^t(m_t) \leq f_n^t, n \in G; t = \overline{1, T}; \quad (5)$$

где $F_n^t(m_t)$ — вероятность сохранения объектом возможности выполнения n -й задачи после t -го нападения диверсантов (определяется выражением (1));

M_j^t — число диверсантов в j -м подразделении при t -м нападении на объект;

f_n^t — желательная для диверсантов вероятность сохранения объектом возможности выполнения n -й задачи после t -го нападения на объект.

Вторая: относительная важность задач объекта и состав ДРГ неизвестны, но известны желатель-

ные для противника значения вероятностей решения объектом соответствующих задач. Тогда задача состоит в определении минимального состава ДРГ и распределения диверсантов по целям диверсий при условии выполнения требований ДРГ к вероятностям решения объектом своих задач и возможному ограничению по составу отделений ДРГ:

$$C(m_t) = \min_{m_t} \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^I m_{j,k}^t; \quad (6)$$

$$F_n^t(m_t) \leq f_n^t, n \in G; t = \overline{1, T}. \quad (7)$$

В качестве примера определим наиболее уязвимые элементы комплекса обеспечения кораблей с берега следующими энергосредами:

A — газ высокого давления;

B, C — переменный ток 400 В 50 Гц, переменный ток 220 В 400 Гц;

D — воздух высокого давления;

E — постоянный ток 195–320 В;

F — пар технический;

G — холодная вода высокой чистоты;

S — вода высокой чистоты;

R — вода хозяйственно-питьевая.

Структурная схема живучести комплекса приведена на рисунке.

Значения коэффициентов важности элементов комплекса V :

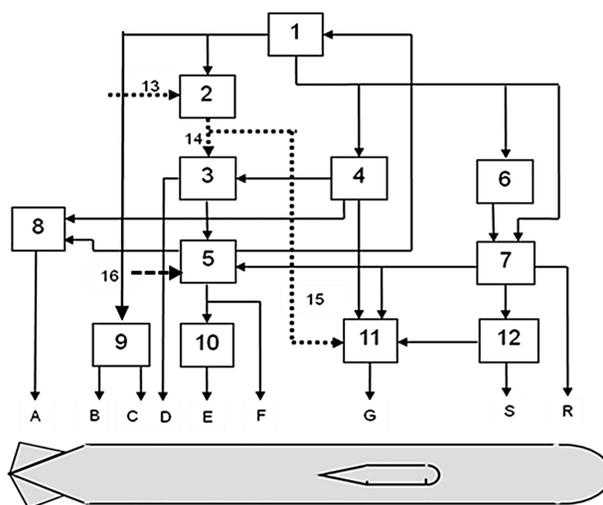


Рис. Структурная схема живучести комплекса обеспечения кораблей с берега основными энергосредами: 1 — резервная электростанция; 2 — морской водозабор; 3 — компрессорная станция; 4 — трансформаторная подстанция; 5 — технологическая котельная; 6 — насосная станция 1-го подъема; 7 — насосная станция 2-го подъема; 8 — азотодобывающая станция; 9 — трансформаторно-преобразовательная подстанция; 10 — зарядно-питательная станция; 11 — станция охлаждения воды высокой чистоты; 12 — станция получения воды высокой чистоты; 13, 14, 15 — трубопроводы морской воды; 16 — трубопроводы топлива

$$V^T = (0,103 \ 0,031 \ 0,052 \ 0,052 \ 0,103 \ 0,072 \ 0,072 \ 0,062 \ 0,072 \ 0,072 \ 0,072 \ 0,072 \ 0,072 \ 0,072 \ 0,031 \ 0,031 \ 0,031).$$

Значения вероятностей вывода из строя элементов комплекса P :

$$P^T = \begin{pmatrix} 0,8 & 0,8 & 0,6 & 0,6 & 0,5 & 0,7 & 0,7 & 0,6 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,8 & 0,8 & 0,8 & 0,8 \end{pmatrix}.$$

Матрица связности:

$$\alpha = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

На комплекс ожидается два нападения диверсионной группы, состоящей из двух отделений. В первом отделении 7 диверсантов, во втором — 3. Диверсанты первого отделения вооружены ручными противотанковыми гранато-метами (РПГ), диверсанты второго отделения — взрывными устройствами (ВУ).

Желательная для противника вероятность обеспечения кораблей каждой из энергосред — не более 0,1.

Результаты расчета целераспределения диверсантов по элементам комплекса при первой постановке задачи приведены в табл. 1, вероятности сохранения функций комплекса — в табл. 2.

Из данных табл. 2 следует, что наиболее вероятными целями диверсий являются:

– для диверсантов первого отделения: элементы № 1 — резервная электростанция, элемент № 5 — технологическая котельная, элемент № 7 — насосная станция 2-го подъема;

Таблица 1

Целераспределение диверсантов по элементам комплекса

Номер отделения	Число диверсантов, назначенных на элемент номер															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0

Таблица 2

Вероятности сохранения функций комплекса

Вероятности сохранения функций								Вероятность сохранения всех функций комплекса
A	B, C	D	E	F	G	S	R	
0,125	0,04	0,20	0,125	0,011	0	0,09	0	0,063

Таблица 3

Целераспределение диверсантов по элементам комплекса

Номер отделения	Число диверсантов, назначенных на элемент номер															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	1	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 4

Вероятности сохранения функций комплекса

Вероятности сохранения функций								Вероятность сохранения всех функций комплекса
A	B, C	D	E	F	G	S	R	
0,125	0,20	0,20	0,125	0,011	0,018	0,09	0,018	0,095

– для диверсантов второго отделения — трубопроводы подачи морской воды соответствующим потребителям (элементы № 14, 15).

Рассмотрим вторую постановку задачи при ограничении на состав диверсантов в отделениях ДРГ: $M_1 \leq 7, M_2 \leq 5$.

Результаты расчета целераспределения диверсантов по элементам комплекса приведены в табл. 3, вероятности сохранения функций комплекса — в табл. 4.

Цели воздействия диверсий: элементы № 1 (резервная электростанция), № 2 (морской водозабор), № 5 (технологическая котельная), № 7 (насосная станция 2-го подъема).

Общее количество диверсантов в ДРГ — 7 чел., все в 1-м отделении.

В заключение отметим, что первая постановка задачи формулы (3)–(5) позволяет определить вероятные объекты диверсий и средства воздействия на них по информации о составе и вооружении ДРГ, вторая постановка формулы (6)–(7) — определить возможный состав ДРГ, наиболее вероятные объекты диверсий и сред-

ства воздействия на них, что обеспечивает возможность планировать не только мероприятия по охране и обороне этих объектов, но и мероприятия по их защите.

Литература

1. Некоторые вопросы противодиверсионных действий. 19.07.2017. Сайт: <https://topwar.ru/120811-nekotorye-voprosy-protivodiversiionnyh-deystviy.html> (дата обращения: 28.02.24)
2. Организация, вооружение и тактика действий ДРГ армий основных иностранных государств. Сайт: <https://pereklichka.livejournal.com/1050109.html> (дата обращения: 28.02.24)
3. Зарицкий В.Н., Харкевич Л.А. Общая тактика: учебное пособие. Тамбов: Изда-во ТГТУ, 2007. 184с.
4. Лазоркин В.И., Сильников М.В. Методология оценки структурной устойчивости больших систем // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. Вып. 7–8 (121–122). 2018. С. 40–43.