

ОБОСНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖИВУЧЕСТИ СИСТЕМЫ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

В.А. Фурлет, Ю.В. Лоевский
(представил д.т.н., проф. В.М. Бильчук)

В статье рассматривается вопрос обоснования показателей живучести системы подвижных объектов.

Анализ опыта локальных вооруженных конфликтов последних лет показывает, что вооруженные конфликты в современных условиях будут характеризоваться высокой интенсивностью нанесения ударов по особо важным объектам, отсутствием линий соприкосновения воюющих сторон, комплексным радиоэлектронным и огневым воздействием на оперативную глубину построения войск противника и его территории. Начало вооруженного конфликта, вероятнее всего, будет осуществляться путем проведения воздушной (воздушно - космической) операции в форме воздушного электронно - огневого удара. Причем проявилась тенденция уменьшения роли сухопутных группировок в достижении конечной цели конфликта и возрастание роли средств электронно - огневого поражения (ракетные и авиационные системы оружия, средства радиоэлектронной борьбы) [2]. В этих условиях обеспечение высокого уровня живучести системы подвижных объектов (СПО) является актуальной задачей.

Системой подвижных объектов (СПО) будем называть сложную систему, состоящую из N однородных подвижных объектов, выполняющих общую задачу. Под живучестью СПО в дальнейшем будем понимать свойство, которое характеризует ее способность сохранять свои функциональные возможности в процессе воздействия противника на систему или ее отдельные элементы [1]. Показателями живучести будем называть количественные характеристики, которые позволяют оценить живучесть системы подвижных объектов.

Живучесть СПО зависит от собственных характеристик системы (возможная скорость передвижения, время выполнения поставленной боевой задачи, время ухода из-под возможного удара со стороны противника и др.), а так же и от способов и особенностей воздействия со стороны противника. И то, и другое определяет возможность оценки живучести СПО в условиях неопределенности. Учет характеристик системы дает основание показатели живучести СПО определять как вероятностные характеристики.

Рассмотрим схему протекания конфликта (рис.1), на которой обозначены: СПО – система подвижны объектов; ОБО – совокупность объектов противника; СП – система противодействия противника.

Перед СПО стоит задача провести обслуживание ОБО. Между ОБО и СП существует информационная связь (I). Пред СП стоит задача предотвратить или максимально снизить эффективность применения СПО в отношении ОБО. С этой целью СП организует поиск элементов СПО и по результатам поиска ($P_{обн}$) СП наносит удар по элементам

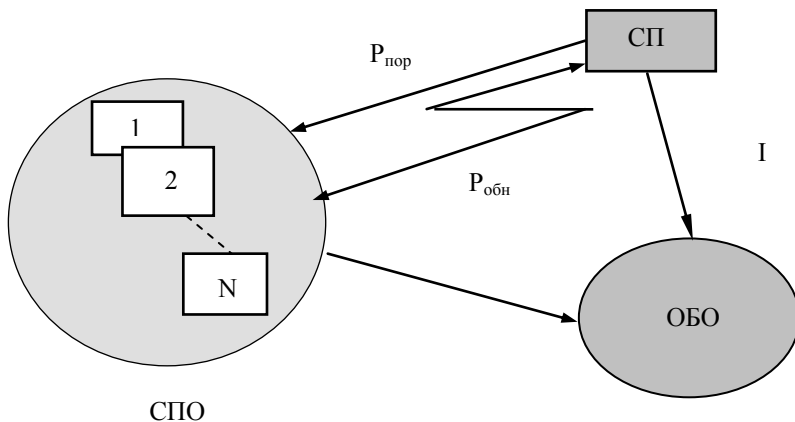


Рис. 1. Схема протекания конфликта

СПО.

Таким образом, возможно выделить характерные этапы противодействия противника по отношению к СПО:

- поиск и обнаружение СПО или отдельных ее элементов;
- в случае необходимости проводится повторный поиск и уточнение места положения СПО;
- на основе данных поиска, нанесение удара по СПО или отдельным ее элементам.

Если до воздействия противника СПО насчитывала $N_{исх}$ объектов, а после воздействия – $N_{соxp}$, то показателем живучести можно считать долю объектов, сохранившихся после воздействия противника [1]:

$$P_{ж}^{(сно)} = \frac{M[N_{соxp}]}{N_{исх}}, \quad (1)$$

где $M[N_{соxp}]$ – математическое ожидание количества объектов, сохранившихся (выживших) после воздействия противника.

Выполнению задачи обслуживания СПО противодействует СП определенного типа, которая может воздействовать по подвижным объектам

СПО одними и теми же огневыми средствами, имеющими одинаковые характеристики. В этом случае все объекты СПО будут подвергаться одинаковому воздействию со стороны противника, т.е. исходы опыта по поражению объектов СПО огневыми средствами СП будут равновероятными.

Пусть A_i и A_j – случайные события, состоящие в поражении i -го и j -го объектов соответственно. Учитывая, что все объекты СПО размещены на местности таким образом, чтобы исключить поражение нескольких объектов одним обычным боеприпасом, то можно считать, что вероятность события A_i не зависит от того, наступило или нет событие A_j , и наоборот. Таким образом, случайные события, состоящие в поражении или не поражении любого объекта СПО, можно считать независимыми.

В силу принятых допущений, конфликт можно рассматривать как повторение некоторого опыта, в котором может произойти или не произойти событие, состоящее в поражении или не поражении элемента СПО. Тогда считаем, что случайная величина $N_{\text{сохр}}$ подчиняется биномиальному закону распределения, так как исходим из того, что имеет место повторение испытаний с равновероятными и независимыми исходами. В этом случае математическое ожидание случайной величины $N_{\text{сохр}}$ будет определяться выражением

$$M[N_{\text{сохр}}] = N_{\text{исх}} (1 - P_{\text{пор}}^{(1)}), \quad (2)$$

где $P_{\text{пор}}^{(1)}$ – вероятность поражения одного объекта ударными средствами противника.

Подставив выражение (2) в выражение (1), получим

$$P_{\text{ж}}^{(\text{спо})} = 1 - P_{\text{пор}}^{(1)} = P_{\text{ж}}^{(1)}, \quad (3)$$

где $P_{\text{ж}}^{(1)}$ – показатель живучести одного объекта.

Следовательно, живучесть СПО можно оценить как вероятность выживания одного объекта.

Для любого объекта системы, участвующего в конфликте, можно выделить следующие фазы:

- исходное состояние, т.е. состояние, когда объекты СПО находятся в ожидании команды на выполнение задачи обслуживания;
- выдвижение на участок выполнения задачи обслуживания;
- выполнение задачи по обслуживанию ОБО;
- уход от ответной реакции со стороны СП до или после выполнения задачи обслуживания.

Обозначим:

A_1 - случайное событие, состоящее в том, что объект выживет, т.е. не будет поражен на фазе исходного состояния;

A_2 - случайное событие, состоящее в том, что объект выживет в процессе выдвижения на участок выполнения задачи обслуживания;

A_3 - случайное событие, состоящее в том, что объект выживет при выполнении задачи обслуживания;

A_4 - случайное событие, состоящее в том, что объект успешно уйдет от ответной реакции со стороны СП;

B - случайное событие, состоящее в том, что объект будет не поражен в процессе выполнения задачи обслуживания.

Тогда получаем

$$B = A_1 A_2 A_3 A_4 ,$$

или

$$P(B) = P(A_1)P\left(\frac{A_2}{A_1}\right)P\left(\frac{A_3}{A_2 A_1}\right)P\left(\frac{A_4}{A_3 A_2 A_1}\right), \quad (4)$$

где $P(B)$ - вероятность события B ;

$P(A_1)$ - вероятность случайного события, состоящего в том, что объект выживет на фазе исходного состояния;

$P\left(\frac{A_2}{A_1}\right)$ - условная вероятность случайного события, состоящего в том, что объект выживет в процессе выдвижения на участок выполнения задачи обслуживания при условии, что событие A_1 имело место;

$P\left(\frac{A_3}{A_2 A_1}\right)$ - условная вероятность случайного события, состоящего в том, что объект выживет на фазе выполнения задачи обслуживания при условии, что события A_1 и A_2 имели место;

$P\left(\frac{A_4}{A_3 A_2 A_1}\right)$ - условная вероятность случайного события, состоящего в том, что объект выживет на фазе ухода от ответной реакции со стороны СП при условии, что события A_1 , A_2 и A_3 успешно завершились.

Таким образом, для оценки живучести СПО можно оценить живучесть отдельного объекта на каждой фазе выполнения задачи обслуживания, а затем общий показатель живучести отдельного объекта можно считать общим показателем живучести системы подвижных объектов в целом.

ЛИТЕРАТУРА

Технические основы эффективности ракетных систем / Под ред. Е.Б. Волкова – М.: Машиностроение, 1989. – 256 с.

Мессенджер Ч. Энциклопедия войн XX века. – М.: ЭКСМО - Пресс, Яуза. – 2000. – 512 с.

Поступила в редколлегию 30.08.2001
