

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БОЕВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МНОГОКАНАЛЬНОГО ЗЕНИТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСА С УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ**

В.В. Воронин, А.Б. Скорик  
(Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба)

*Произведена оценка эффективности боевого использования многоканального зенитного ракетного комплекса с усовершенствованной функциональной структурой путем математического моделирования основных этапов его функционирования в различных условиях боя, в том числе и при самостоятельном ведении боя подразделением ЗРВ.*

*эффективность боевого использования, многоканальный зенитный ракетный комплекс*

**Постановка проблемы.** Изменение функциональной структуры многоканального ЗРК привело к изменению логики боевого функционирования ЗРК в целом [1]. В свою очередь это позволило гибко использовать варианты централизованного и децентрализованного управления такими ЗРК, что особенно важно в условиях самостоятельного ведения боя (СВБ) подразделениями. Следовательно, возникает задача оценки эффективности боевого функционирования такого ЗРК в условиях СВБ.

**Анализ литературы.** Оценка эффективности боевого функционирования ЗРК, как целостной системы, производилась в [2 – 6]. Вместе с тем, анализ работ [2, 4, 5] показывает, что существующие модели не в полной мере отражают особенности боевого функционирования многоканального ЗРК в условиях самостоятельного ведения боя. В [3] была рассмотрена математическая модель, учитывающая особенности ведения многоканальным ЗРК самостоятельных боевых действий. Дальнейшее развитие данная модель получила в [6], где уточнены этапы боевого функционирования и особенности функциональной структуры многоканального ЗРК.

**Цель статьи.** Оценить эффективность боевого использования многоканального зенитного ракетного комплекса с усовершенствованной функциональной структурой путем математического моделирования основных этапов его функционирования в различных условиях боя.

Огневая производительность ЗРК определяется количеством целей обстреливаемых в единицу времени. Следовательно, число заявок, обслуживаемое ЗРК, как системой массового обслуживания, в единицу времени можно определить как

$$B = \mu_{\text{обстр.}} \cdot m_3, \quad (1)$$

где  $m_3$  – среднее число занятых каналов 3-й фазы;  $\mu_{\text{обстр.}}$  – интенсивность обслуживания заявок в третьей фазе.

При этом  $m_3$  можно определить из соотношения

$$m_3 = \sum_{c=0}^n \sum_{i=0}^m j \cdot P(c, i, j), \quad (2)$$

где  $j$  – число целей, находящихся на обслуживании в третьей фазе;  $P(c, i, j)$  – распределение вероятностей пребывания системы в конкретных состояниях.

Для оценки огневой производительности многоканального ЗРК с усовершенствованной функциональной структурой найдем зависимости его пребывания в соответствующих состояниях от входного потока.

Результаты моделирования приведены на рис. 1, а – г.

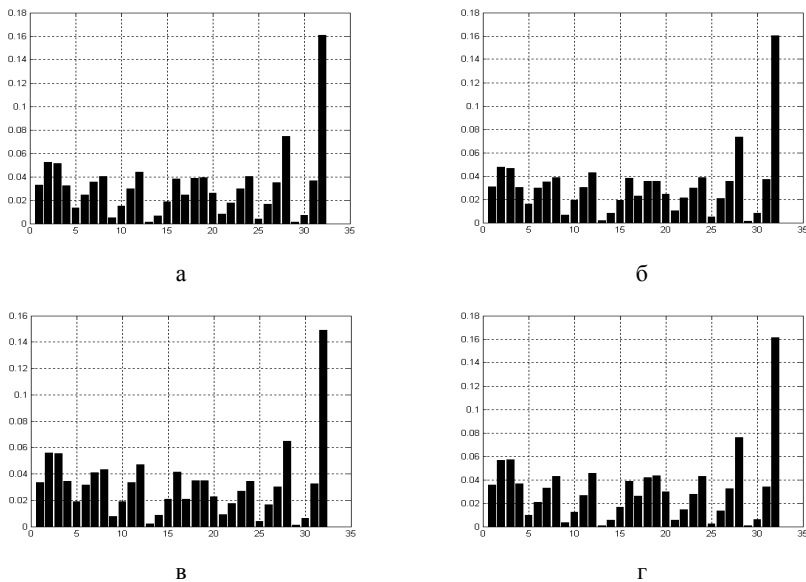


Рис. 1. Зависимость пребывания многоканального ЗРК с усовершенствованной функциональной структурой в соответствующих состояниях от входного потока

Результаты моделирования показывают, что с увеличением плотности входного потока целей для командного модуля ЗРК постепенно переходит в режим сильной загрузки, и наиболее вероятным состоянием его будет постоянный обстрел целей. Особенно для моделируемого случая это происходит при увеличении входного потока целей в 2,5 – 3 раза.

Определим зависимость вероятности нахождения ЗРК в своих состояниях от входного потока, и плотности отказа КМ управления огнем от заявок. Результаты моделирования приведены на рис. 2, а – г.

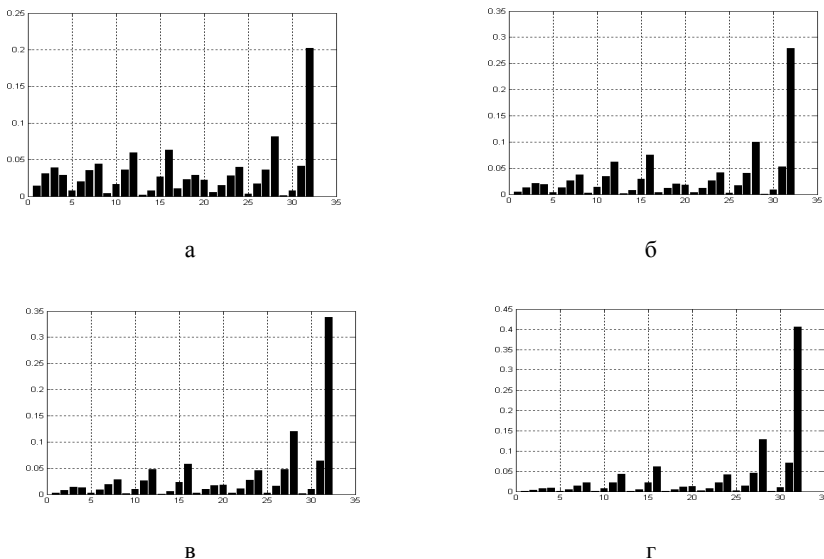


Рис. 2. Зависимость вероятности нахождения ЗРК в своих состояниях от входного потока, и плотности отказа КМ управления огнем от заявок

Результаты моделирования показывают, что с увеличением плотности входного потока наиболее вероятным будет нахождение ЗРК в режиме сильной загрузки, однако с увеличением плотности отказа КМ от информации ЗРК возвращается в режим средней загрузки и наиболее вероятным состоянием будет обслуживание заявок поступающих в виде целеуказания.

Оценка зависимости нахождения ЗРК в своих состояниях от средней интенсивности обслуживания заявок во второй фазе показана на рис. 3, а, б.

Результаты моделирования показывают, что вероятности нахождения ЗРК в своих состояниях практически не меняются, это обусловлено в первую очередь тем, что интенсивности обслуживания заявок во вто-

рой фазе изменяются не в больших пределах, так как точность целеуказания обеспечивает быстрое обнаружение целей РЛС ЗРК.

Оценка зависимости нахождения системы в своих состояниях от плотности потока целеуказаний на ЗРК показана на рис. 4, а. б.

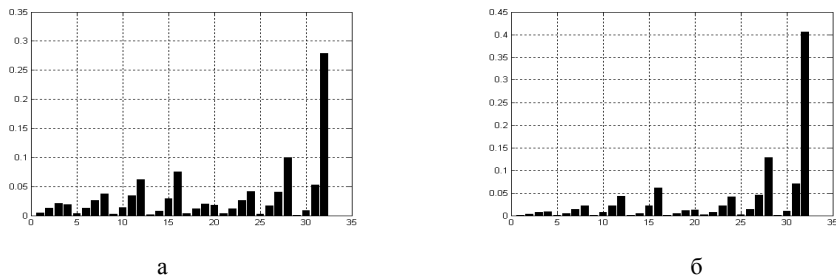


Рис. 3. Оценка зависимости нахождения ЗРК в своих состояниях от средней интенсивности обслуживания заявок во второй фазе

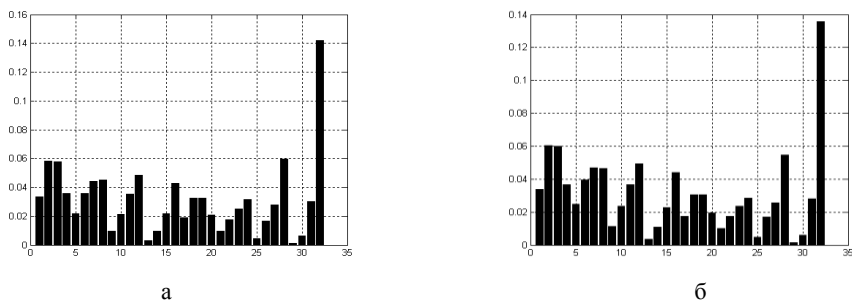


Рис. 4. Оценка зависимости нахождения системы в своих состояниях от плотности потока целеуказаний на ЗРК

Результаты моделирования показывают, что с увеличением плотности потока целеуказаний происходит переход ЗРК в режим сильной загрузки и проявляется эффект блокировки второй фазы на момент передачи заявок из состояния обнаружения цели в состояние обстрела из-за занятости каналов третьей фазы. А это в свою очередь приводит к блокированию передачи информации ЦУ с первой фазы во вторую, что в результате моделирования учитывалось при решении задачи целераспределения, поэтому цели, которые по балансу времени обстреляны быть не могли, снимались с задачи отбора целей для уничтожения.

На рис. 5 показана зависимость огневой производительности многоканального ЗРК от плотности потока ЦУ для различных интенсивностей об-

служивания второй фазой, причем средняя интенсивность обслуживания ( $\mu_2 = 3,18$ ) соответствует рабочему времени расчета подразделения при работе по ЦУ с КП системы 19,5 сек,  $\mu_2 = 2,5$  (24 сек),  $\mu_2 = 2$  (30 сек).

В результате расчетов установлено, что плотность потока целеуказаний  $\lambda_{цз}$ , не оказывает большое влияние на огневую производительность многоканального ЗРК, имеющего в составе командный модуль управления огнем.

А интенсивность обслуживания целей прибором второй фазы понижает огневую производительность ЗРК примерно до 2% для данных условий, а в целом при максимальном использовании стрельбовых каналов до 8–10%.

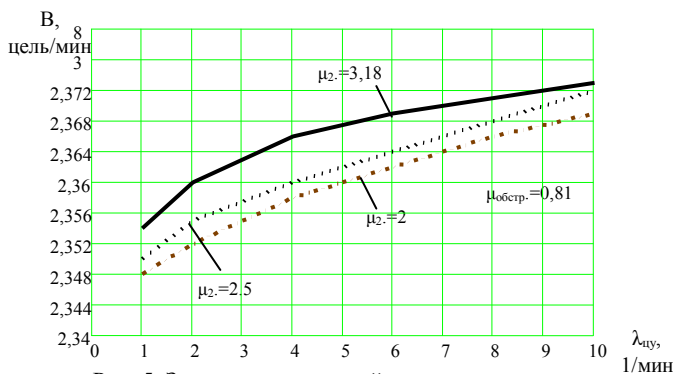


Рис. 5. Зависимость огневой производительности многоканального ЗРК от плотности потока целеуказаний и интенсивности обслуживания целей прибором второй фазы

Большее влияние на огневую производительность многоканального ЗРК с усовершенствованной функциональной структурой оказывает интенсивность обстрела целей (рис. 6).

Полученный результат показывает, что с увеличением интенсивности обстрела целей, а это достигается за счет использования глубины зоны поражения, при тех же интенсивностях обслуживания прибором второй фазы огневая производительность ЗРК увеличивается в 1,2 раза, что при использовании всех каналов может дать прирост до 10%. То есть проявляется линейная зависимость, чем глубже расчетная точка встречи ракеты с целью вошла в зону поражения, тем меньше время полета ракеты, а следовательно, тем быстрее освободится из под обслуживания канал. В результате будет производиться обстрел целей всеми имеющимися стрельбовыми каналами ЗРК.

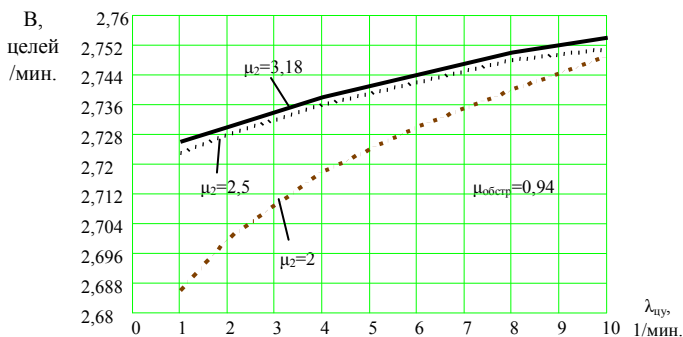


Рис. 6. Зависимость огневой производительности многоканального ЗРК от плотности потока ЦУ и интенсивности обслуживания прибором второй фазы

На рис. 7 показана зависимость огневой производительности ЗРК от интенсивности обстрела целей  $\mu_{обстр}$  и интенсивности обслуживания целей прибором второй фазы  $\mu_2$ .

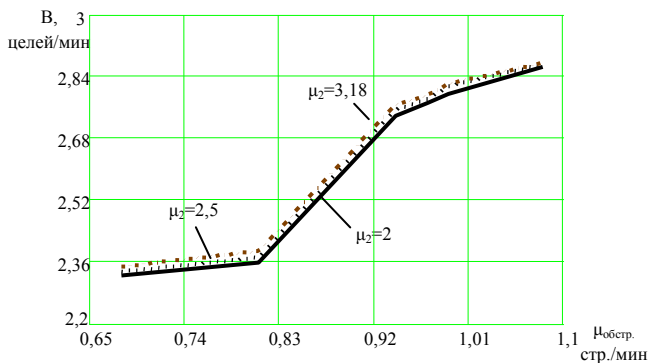


Рис. 7. Зависимость огневой производительности многоканального ЗРК от интенсивности обстрела целей

Из рисунка видно, что с увеличением интенсивности обслуживания целей приборами третьей фазы огневая производительность ЗРК существенно увеличивается, при этом большое влияние оказывает интенсивность обслуживания целей во второй фазе, с ее увеличением огневая производительность также увеличивается.

**Вывод.** При оценке эффективности боевого использования многоканального ЗРК с усовершенствованной функциональной структурой был использован один из показателей – огневая производительность

комплекса. Приведенная оценка показала, преимущества использования ЗРК данного типа с использованием вариантов централизованного и децентрализованного управления. В целом полученные результаты соответствуют динамике происходящих процессов, а также не противоречат известным научным результатам.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Воронин В.В., Залевский Г.С., Скорик А.Б., Зубрицкий Г.Н. Метод решения задачи отбора целей для уничтожения многоканальным зенитным ракетным комплексом в условиях воздушного налета высокой интенсивности // Системы обработки інформації. – Х.: ХУ ПС. – 2005. – Вип. 3 (43). – С. 37-43.
2. Ковтуненко А.П., Козлов А.Ф., Коростелев О.П., Шеринев Н.А. Основы построения и оценки потенциальной эффективности систем зенитного управляемого ракетного оружия: Монография. – К.: Фитосоциоцентр, 2003. – 296 с.
3. Торопчин А.Я., Скорик А.Б., Воронин В.В., Флоров А.Д. Математическая модель функционирования многоканального зенитного ракетного комплекса в условиях самостоятельного ведения боя // Системы обработки інформації. – Х.: ХВУ. – 2004. – Вип. 12 (40). – С. 230-238.
4. Єрмошин М.О, Дробаха Г.А. Оцінка ефективності бойових дій зенітних ракетних військ. – Х.: ХВУ, 2004. – 258 с.
5. Гринберг С.И., Иванова И.Л., Сливняк И.М., Сухаревский И.В. Военно-технические вопросы высшей математики и математические основы военной кибернетики. – Х.: ВИРТА, 1982. – 382 с.
6. Воронин В.В., Скорик А.Б. Математическая модель боевого функционирования многоканального зенитного ракетного комплекса с усовершенствованной функциональной структурой // Системы обработки інформації. – Х.: ХУ ПС. – 2006. – Вип. 3 (42). – С. 29-35.

Поступила 17.03.2006

**Рецензент:** доктор военных наук, профессор Г.А. Дробаха,  
Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба

---