

Анализ эффективности боевого авиационного комплекса класса «воздух-воздух»

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

Важным элементом организации боевых действий есть научно обоснованный выбор средств поражения и условий их боевого применения. Знание методов оценки эффективности боевого использования средств авиационного поражения является важным элементом в работе командира при оценке обстановки, принятии решения и постановке задачи подчиненным. Точность выполненных расчетов, объективность прогнозирования боевых действий экипажей обуславливают выполнение поставленных задач при учебно-боевой подготовке и в период боевых действий и базируются на знании количественных методов оценки эффективности боевого применения авиационного вооружения. Для количественной оценки эффективности боевого использования авиационного вооружения по объектам действия авиации используют критерии боевой эффективности - показатели, по количественной величине которых можно сравнить результативность боевых операций.

Показатели эффективности боевого применения современных ЛА зависят от целого ряда факторов: характеристик боевого авиационного комплекса (включающего в себя совокупность ЛА, технических средств управления и средств инженерно-авиационного и аэродромно-технического обеспечения), возможностей используемого вооружения, психологической и профессиональной подготовки личного состава, параметров обороны противника, погодных условий и т.д. В реальных условиях эти показатели зависят от множества случайных факторов (сбои различных систем, непостоянные климатические условия и т.д.) и, следовательно, являются случайными величинами. Поэтому в данной работе для оценки эффективности одного из этапов функционирования боевого авиационного комплекса - уничтожения воздушной цели – использована вероятностная математическая модель, а в качестве критериев эффективности - вероятность выполнения поставленной задачи и математическое ожидание степени выполнения поставленной боевой задачи.

Исходными данными для формирования математической модели являются сведения о цели (ее характер, тип, размеры и поражаемость), требуемая степень поражения цели (радиус поражения, необходимое количество попаданий), характеристики используемых средств поражения (их точность, групповое и индивидуальное рассеивание), параметры полета боевого ЛА и степень мастерства его экипажа.

Математическая модель. Рассмотрена вероятность поражения одиночной или групповой цели при нанесении по ней одиночного и сложного огневого воздействия артиллерийским вооружением, неуправляемыми и управляемыми боевыми ракетами.

Основным оружием истребителя являются управляемые ракеты класса «воздух-воздух». Они обеспечивают эффективное поражение целей при ведении дальнего ракетного и ближнего маневренного воздушного боя. В качестве критерия эффективности их применения использована вероятность поражения одиночной цели одной ракетой. Так как поражение воздушных целей управляемыми ра-

кетами со взрывателями ударного действия достигается только при прямом попадании в цель, то эффективность их использования определяется так же, как и для артиллерийского вооружения. Поражение воздушных целей управляемыми ракетами с неконтактным взрывателем достигается не только при прямом попадании ракеты в цель, но и при взрыве боевой части на некотором расстоянии от поверхности цели, зависит от множества факторов (характеристик боевой части ракеты, поражаемости цели, характеристик рассеивания ракет и др.) и представляет собой сложную математическую задачу, решаемую численными методами. В данной работе использована приближенная оперативная методика, основанная на применении графиков и таблиц для определения некоторых параметров функционирования управляемых ракет.

Построенная математическая модель позволяет оценить эффективность боевого использования авиационного вооружения по одиночным и групповым воздушным целям при нанесении по ним одиночного и группового огневого воздействия. Модель основана на замкнутых формулах и отличается простотой, наглядностью и высокой оперативностью.

Основные параметры математической модели приведены в табл.1. Математическая модель позволяет определить вероятность поражения цели и математическое ожидание поражения максимального количества элементарных целей, входящих в состав групповой цели, а также решить обратную задачу - определить требуемое количество боевых ЛА для поражения цели с заданной вероятностью.

Разработанное **алгоритмическое обеспечение** задачи позволяет скомпоновать комплект требуемых исходных данных, сформулировать допуски для вводимых исходных данных, формализовать алгоритм решения задачи, разработать схему информационных потоков и удобную форму получения результата. Алгоритм программного продукта показан на рисунке. В качестве инструментального средства для разработки программного продукта выбрана среда Borland Delphi Enterprise Version 7.0.

Разработанный **комплекс программ** в полной мере реализует описанную выше методику определения эффективности боевого авиационного комплекса класса «воздух-воздух», обеспечивая выполнение следующих основных функций: ввод исходных данных, обработка данных, вывод результата. Программное обеспечение имеет дружелюбный, интуитивно понятный интерфейс и мощную контекстную справочную поддержку (с описанием методики расчета, последовательности выполнения операций, требований к формату входных данных), что позволяет пользователю применять данное программное обеспечение без специального обучения. Программа обладает достаточной степенью надежности благодаря проверке входных данных на корректность и на соответствие их допустимым диапазонам. Расчеты ведутся по линейным формулам, что существенно сокращает время выполнения расчетов.

В целях защиты программы от несанкционированного доступа разработана система управления, позволяющая как разрешать доступ к программному продукту новым пользователям, так и изменять права доступа уже зарегистрированных пользователей. Данный программный продукт дает возможность эффективно решать целый ряд актуальных задач планирования боевых операций.

Таблица 1 – Параметры математической модели

Характеристика средства воздействия	Вероятность поражения цели
Одиночная цель	
Артиллерийское и неуправляемое ракетное вооружение	При одиночном воздействии $W_1 = a \cdot W_1^{(i)} + (1 - a) \cdot W_1^{(0)}$, где $W_1^{(i)}$, $W_1^{(0)}$ - соответственно вероятность поражения цели при независимых и функционально зависимых выстрелах, a – коэффициент, характеризующий живучесть цели
	При нескольких атаках $W_{\text{сум}} = 1 - \prod_{i=1}^k (1 - W_{li})$, где (W_{li}) - вероятность поражения цели в i -й атаке, k – число атак (стрельб) по цели
Управляемые ракеты класса «воздух-воздух»	При одиночном воздействии $W_i = f(V, q, n, \text{тип цели, тип ракеты})$, где V – скорость сближения ракеты с целью, q – курсовой угол цели, n – перегрузка цели
	При нескольких воздействиях $W_{\Sigma p} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - W_i)$, где W_i – вероятность поражения i -й ракетой, n – количество ракет, которое выпускается по цели
Независимые атаки с использованием управляемых ракет и артиллерийских средств поражения	Суммарная вероятность поражения цели одним ЛА во всех атаках $W_{i\bar{i}} = 1 - (1 - W_{\Sigma p})(1 - W_{\Sigma a})$, где $W_{\Sigma p}$ - суммарная вероятность поражения цели управляемыми ракетами; $W_{\Sigma a}$ - суммарная вероятность поражения цели неуправляемыми ракетами или пушками
Групповая цель	
Способ целераспределения: после поражения одной элементарной цели огонь на другую элементарную цель не переносится	Вероятность поражения i целей из общего количества K целей $P_{iK} = C_K^i \cdot W_{Ni}^i (1 - W_{Ni})^{K-i}$, где W_{Ni} - вероятность поражения каждой цели, C_K^i - количество сочетаний из K элементов по i
Способ целераспределения: перенос огня на другую цель после поражения первой цели	Вероятность поражения $P_{i, Na} = C_{Na}^i \cdot W_1^i (1 - W_1)^{Na-i}$, где Na - число атак по групповой цели, из которых i атак – поражающие



Рисунок 1 - Алгоритм решения задачи

В табл. 2 приведен результат анализа влияния параметров атаки на эффективность боевой операции. В качестве базового варианта рассмотрена атака одного ЛА по одиночной цели с применением артиллерийского вооружения. Длина очереди равняется 1.5 с. Вероятность поражения цели при этом равняется 52,02%.

Таблица 2 – Пример анализа влияния параметров атаки на эффективность боевой операции

Параметр атаки боевого авиационного комплекса класса «воздух-воздух»	Изменение параметра	Изменение эффективности боевой операции
Длина очереди	+10%	+6,1%
Длина очереди	+50%	+25,3%
Длина очереди	+100%	+41,5%
Средство поражения - управляемая ракета	1 ракета	+66,3%
Средство поражения - управляемая ракета	2 ракеты	+88,7%
Совместное применение артиллерийского вооружения и управляемых ракет	1 ракета	+79,8%
Совместное применение артиллерийского вооружения и управляемых ракет	2 ракеты	+90,5%

По полученным результатам в разработанном программном продукте предусмотрена генерация отчета, который можно просмотреть, распечатать и сохранить в файле.

Выводы

1. В предложенном алгоритме оценка эффективности боевого авиационного комплекса класса «воздух-воздух» основана на определении количественного показателя – вероятности поражения цели. Алгоритм может использоваться для оценки эффективности как самолетного, так и вертолетного, как пилотируемого, так и беспилотного авиационного комплекса.

2. Алгоритм позволяет определить вероятность поражения одиночной цели и математическое ожидание поражения элементарных целей, входящих в состав сложной групповой цели, а также рассчитать требуемое количество ЛА для поражения цели с заданной вероятностью.

3. Разработанное программное обеспечение имеет простой и интуитивно понятный интерфейс, развернутую встроенную справочную систему и систему тестирования правильности вводимых данных.

4. Программное обеспечение позволяет решить ряд чрезвычайно важных практических задач, необходимых при подготовке и ведении боевых действий, оно также может быть использовано в процессе обучения.

Список литературы

1. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. - М.:Машиностроение, 1966. – 273 с.
2. Шор Я.Б. Статистические методы анализа и контроля качества и надежности. – М.:Сов. радио, 1962. – 363 с.
3. Мильграм Ю.Г., Попов И.С. Боевая эффективность авиационной техники и исследование операций. – М.:ВВИА, 1970. – 499 с.