

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ГЛУБОКОЭШЕЛОНИРОВАННОЙ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ

Д. М. МИЦКЕВИЧ, И. А. ИВАЩЕНКО

The air defence in depth structure of guarded object from low-altitude aircraft and cruise missiles attack, which includes a system of short, middle, and remote fight by depth of defensive line of 10, 40 and 70 km from the protected object respectively, as well as defeat methods of low-altitude aircraft, which can be applied at the organization of defense lines of varying depth, is presented

Ключевые слова: маловысотный летательный аппарат, крылатая ракета, рубеж обороны, глубокоэшелонированная оборона, система ближнего боя, система срединного боя, система дальнего боя, противоракетные мины, зона поражения

Анализ боевых действий в военных конфликтах последних лет [1; 2] свидетельствует о том, что им присущ один и тот же сценарий. Перед тем, как войска занимают территорию противника, по ней наносится удар воздушными, а в случае расширенного конфликта и космическими средствами нападения.

Целью воздушного удара в первую очередь становятся система противовоздушной обороны (ПВО) противника, его средства воздушно-космического нападения, средства и линии связи, пункты управления войсками, средства коммуникации и энергоснабжения, промышленные предприятия, в первую очередь оборонного характера. При этом наиболее уязвимыми являются объекты поражения, расположенные вблизи государственной границы.

Особую опасность вызывает поражение атомных электростанций (АЭС).

Миролюбивый характер внешней политики Республики Беларусь, получивший всенародную поддержку, не является полной гарантией от внешнего нападения, тем более со стороны многочисленных террористических организаций.

Из средств, используемых в современных войнах, в качестве первого эшелона нападения используются крылатые ракеты (КР) [3], относящиеся к маловысотным летательным аппаратам (МЛА) и движущиеся со скоростями около 200 м/с с огибанием рельефа местности.

Уничтожение КР, летящих над территорией сопредельного государства, не обладающего необходимыми средствами ПВО (к таким государствам относятся часть прибалтийских государств), является нарушением норм международного права. Поэтому на уничтожение КР отводится только время пролета КР над собственной территорией.

Этого времени может оказаться недостаточно для поражения КР современными средствами ПВО [4; 5], что существенно снижает эффективность этих средств.

Прикрытие ракетопасного направления может быть осуществлено несколькими способами, использующими разрабатываемые нетрадиционные методы обнаружения и поражения МЛА [6–18]. Создание рубежа обороны, прикрывающего ракетопасное направление, совместно со средствами ПВО, обеспечивающими защиту всех остальных направлений возможного удара КР противника, существенно повышает эффективность обороны объекта, в частности строящейся в Республике Беларусь АЭС.

С учетом сетецентрического характера развития современных войн [19] рубежи обороны должны обладать дополнительными свойствами, важнейшими из которых является большая глубина эшелонирования, разностороннее использование любых сил и средств для отражения воздушного удара противника КР и другими МЛА. Приведенные соображения отражают всю сложность создания рубежей ПВО и поддержания их в постоянной боевой готовности.

Таким образом, актуальным направлением разработки средств ПВО является создание глубокоэшелонированных рубежей обороны, использующих как известные на данный момент, так и разрабатываемые средства ПВО, с целью повышения эффективности ПВО.

Целью настоящей работы является:

- исследование возможностей построения и разработка структуры глубокоэшелонированной ПВО для охраны важнейших объектов Республики Беларусь.
- разработка нетрадиционных, неожиданных для противника быстродействующих способов поражения МЛА и КР в рамках отдельных элементов структуры разрабатываемой ПВО.

Разрабатываемая модель глубокоэшелонированного рубежа обороны отражает три вида боя: ближний бой [4], догоризонтный бой на средних дистанциях [20; 21], ведущийся современными зенитно-ракетными комплексами (ЗРК) [21], и загоризонтный, или дальний бой, при глубине рубежей обороны соответственно 10, 40 и 70 км от охраняемого объекта.

В связи с этим исследуется возможность построения и разрабатывается структура глубокоэшелонированной ПВО, включающей систему ближнего боя (СББ), систему срединного боя (ССБ) и систему дальнего боя (СДБ).

Вероятность поражения цели, преодолевающей оборонительную систему, равна:

$$W = 1 - \prod_{i=1}^{i=n} (1 - W_i),$$

где W_i – вероятность поражения цели в каждом из видов боя.

Рубеж ПВО включает в себя совокупность средств и методов поражения КР, устанавливаемых вдоль определенной линии, и средств и методов локации КР в зоне поражения того или иного средства поражения (СП).

Чаще всего в качестве СП используют противоракетную мину (ПРМ) [8; 20; 22] выстреливающую в зону поражения (ЗП) поток осколков. Возможности обеспечения ПВО на основе применения ПРМ широко обсуждаются в современной литературе [20; 22–25]. Совокупность таких мин, установленных вдоль линии, которую обязательно должна пересечь КР, идущая с определенных направлений, и является рубежом ПВО.

Методы локации служат для обнаружения МЛА, определения упрежденных координат и параметров движения цели, выяснения, ЗП какого СП пересекает траектория МЛА и приведение этого средства в боевую готовность. В более широком смысле эти задачи дополняются селекцией цели, длительность нахождения которой в ЗП обеспечивает высокую вероятность поражения их осколками мины.

При организации обороны применяются как активные [23; 26], так и пассивные [20; 22; 24; 25] методы обнаружения МЛА в зоне поражения ПРМ.

Главной задачей, решаемой в СББ и в ССБ является создание координаторов: датчиков, обнаруживающих цели в ЗП мин и селективирующих их по признаку времени пересечения зоны. Последнее обеспечивает высокую вероятность поражения. В работе используются электростатические датчики [9; 12], имеющие ряд преимуществ над оптическими и акустическими. Учитывается возможность применения в том или ином виде микросейсмических датчиков [27].

Рубеж ПВО ближнего боя может быть построен с помощью минного поля из ПРМ.

Подрыв мин может осуществляться двумя способами – от сигнала собственного датчика координат и от сигнала внешнего источника.

Для управления минами рубежа обороны СББ применяются радиолокационные станции (РЛС), что позволяет решить ряд задач:

- увеличение размеров рубежа обороны;
- повышение быстродействия управления минами рубежа.

Разработанные автором методы определения характеристик и параметров движения МЛА [10; 11; 16; 28] обеспечивают функционирование СП, среди которых для СББ выделяются ПРМ осколочного действия, как стационарного, так и мобильного базирования [14; 29].

МЛА может наблюдаться радиолокационными средствами на расстояниях видимого горизонта Земли. Это позволяет увеличить глубину обороны важных государственных объектов созданием системы срединного боя, перекрывающей участок пространства от границы зоны поражения СББ до границы зоны видимости РЛС, то есть до горизонта Земли.

В ССБ наиболее важным является сочетание зенитно-ракетного комплекса (ЗРК) с противоракетным минным полем (ПРМП) [30].

В системе ССБ минные поля в основном предназначены для расширения ЗП существующих ЗРК.

Разработанные методы срединного боя обеспечиваются:

- автономными минными полями;
- управляемыми минными полями;
- минными полями, управляемыми с командного пункта ЗРК.

В основе рубежа ССБ лежат следующие принципы:

- расширение ЗП ЗРК за счет применения СББ за пределом зоны их поражения;
- управление ПРМП с помощью локатора ЗРК;
- управление ПРМП в мертвой зоне ЗРК.

Применение ЗРК позволяет увеличить глубину обороны и создать рубеж, сочетающий ЗРК и минное поле. Использование ЗРК позволяет ставить задачу на уничтожение целей, которые наблюдаются РЛС, но по тем или иным причинам не могут быть уничтожены ЗРК. В основном это цели с незначительным временем пребывания в зоне видимости РЛС. Таким образом, максимально используются боевые свойства ЗРК и ПРМП.

Правильная расстановка ПРМП вокруг зоны поражения ЗРК существенно увеличивает эффективность обороны защищаемых объектов.

Наиболее оптимальным для построения рубежа обороны на средних дистанциях является применение одного ЗРК с расширенной ЗП с помощью минных полей.

При длине минного поля не более 20 км для его обслуживания достаточно двух человек личного состава и одной единицы подвижных средств.

Повышение эффективности применения ЗРК в ССБ может быть оценено по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ССБ}} = \mathcal{E}_0 \frac{n}{n+2} \frac{N}{N+1} (S_{30} + S_{\text{мп}}),$$

где $\mathcal{E}_{\text{ССБ}}$ – эффективность ССБ; $\mathcal{E}_0$ – эффективность собственно ЗРК; n – количество военнослужащих, обслуживающих ЗРК; N – количество транспорта, обслуживающего ЗРК; S_{30} – площадь зоны поражения ЗРК; $S_{\text{мп}}$ – площадь минного поля.

Сочетание ЗРК с минным полем обеспечивает поражение КР и МЛА даже за пределами видимости РЛС.

Отличительной особенностью построения СДБ является применение нетрадиционных для ПВО средств поражения: дальнобойной ствольной и реактивной артиллерии совместно с ЗРК или отдельно.

Если радиус действия современной ствольной артиллерии ограничивается около 70 км, то реактивная артиллерия может использоваться и на больших расстояниях.

В первую очередь оказываются прикрытыми наиболее опасные направления, в которых по разведанным противника ЗРК оказывается наиболее слабым.

Особенностью СДБ является нанесение удара не непосредственно по МЛА, а по участку подстилающей поверхности, находящейся под траекторией МЛА перед самим летательным аппаратом. При этом для повышения вероятности поражения МЛА количество поражающих факторов должно быть резко увеличено.

Рассмотрим действие поражающих факторов.

Взрывная волна сбрасывает цель с курса, создавая сбой в работе собственной инерциальной системы наведения цели, что может рассматриваться как ее поражение с вероятностью W_1 .

Тяжелые частицы грунта в воздухе надежно перекрывают пространство между поверхностью Земли и целью, значительно увеличивая коэффициент преломления среды распространения сигнала собственной радионавигационной системы цели. В результате радиовысотомер цели определяет высоту полета цели большую, чем реально существующая. Попытка совершить маневр для уменьшения высоты на малых высотах приводит к столкновению с поверхностью Земли и поражению цели с вероятностью W_2 .

Основной механизм действия дыма как наиболее легкой фракции заключается в изменении оптических характеристик атмосферы над целью и постановке помехи для спутниковой радионавигационной системы цели, приводящей к ее поражению с вероятностью W_3 .

Дополнительное действие пыли и дыма приводит к повышенной электризации цели и обеих фракций, заполняющих атмосферу вблизи цели, что может привести к электрическим разрядам между поляризованной атмосферой и целью. Вероятность поражения цели за счет этого механизма обозначим W_4 .

Металлическая фольга приводит к многолучевости радиотехнических навигационных устройств цели, вызывая ее поражение с вероятностью W_5 .

Наконец, вероятность поражения цели осколками обозначим W_6 .

Очевидно, что вероятность поражения цели при одном выстреле составит [31]

$$W = 1 - \prod_{k=1}^6 (1 - W_k),$$

а N выстрелами соответственно

$$W_N = 1 - \left(\prod_{k=1}^6 (1 - W_k) \right)^N.$$

Легко заметить, что для любого значения k имеем: $W > W_k$ и $W_N > W$.

Предложенный метод позволяет поражать несколько КР групповой цели при количестве выстрелов, меньшем количества поражаемых низколетящих целей.

Таким образом, проделанная работа свидетельствует о возможности построения глубокоэшелонированной ПВО из трех параллельных рубежей: ближнего, срединного и дальнего боя для которых разработаны методы локации и поражения МЛА, включающие

способы организации рубежа обороны;

- способы обнаружения КР в ЗП мины;
- способы управления ПРМП;
- способы обеспечения необходимой длины рубежа обороны;
- способы увеличения объема ЗП противоракетного минного поля.

Представленная работа позволяет сделать следующие выводы:

- глубокоэшелонированная оборона существенно повышает вероятность поражения цели;
- глубокоэшелонированная оборона обеспечивает поражение групповых целей при воздушном ударе;

- глубокоэшелонированная оборона повышает эффективность ПВО охраняемого объекта;

- структура глубокоэшелонированной ПВО может быть построена с помощью:

радиолокационных средств;

датчиков пассивного обнаружения;

комбинации указанных выше средств.

Задача построения глубокоэшелонированной ПВО с рубежом на основе системы ближнего боя (СББ) и разработанных методов дальнего боя с КР и МЛА решается впервые.

Литература

1. Локальные войны и вооруженные конфликты конца XX – начала XXI века / Под ред. И. А. Мисурягина. – Минск: УО «ВА РБ», 2007.
2. Рог, В. Принципиально новые лекала военных компаний // Белорусская военная газета / В. Рог, В. Соловьев. – 2006. – 29 сент. – С. 3.
3. Волковский, Н. Л. Энциклопедия современного оружия и боевой техники / Н. Л. Волковский. – М.: Полигон, 2002. – Т.1. – 376 с.
4. Мицкевич, Д. М. Физические принципы создания рубежа противовоздушной обороны охраняемого объекта от крылатых ракет / Д. М. Мицкевич, И. А. Иващенко // IV Машеровские чтения: материалы междунар. науч.-практич. конф. студ., аспирант. и молод. ученых / УО «ВГУ им. П. М. Машерова». – Витебск, 2010. – С. 84–85.
5. Смянович, С. А. Параметрическая локация маловысотных летательных аппаратов / С. А. Смянович, В. В. Воинов // IV Машеровские чтения: материалы междунар. науч.-практич. конф. студ., аспирант. и молод. ученых / УО «ВГУ им. П. М. Машерова». – Витебск, 2010. – С. 87–88.
6. Воинов, В. В. Система ближнего боя для ПВО в условиях применения противником крылатых ракет / В. В. Воинов, В. В. Мокринский // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2007. – № 13. – С. 28–33.
7. Электродинамическая модель маловысотного летательного аппарата / В. В. Воинов [и др.] // Сб. науч. ст. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2008. – № 15. – С. 62–66.
8. Мицкевич, Д. М. Методы поражения маловысотных летательных аппаратов / Д. М. Мицкевич, В. В. Воинов // 13-я республиканская науч. конф. студентов и аспирантов: тез. докл. / УО «ГГУ им. Ф. Скорины». – Гомель, 2010. – С. 16.
9. Устройство поражения маловысотного летательного аппарата: пат. 5727 Респ. Беларусь, МПК G05D9/12, F42B23/00 / В. В. Воинов, Д. М. Мицкевич, Е. Н. Сасим, В. В. Мокринский. – № и 20090348; заявл. 04.04.09; опубл. 30.12.09 // Бюл. – № 6, 2009.
10. Устройство измерения радиальной скорости маловысотного летательного аппарата: пат. 5391 Респ. Беларусь, G01R29/12 / В. В. Воинов, Д. М. Мицкевич, Е. Н. Сасим, В. В. Мокринский, – № и 20090029; заявл. 13.01.09; опубл. 30.06.09 // Бюл. – № 3, 2009.
11. Способ определения радиальной скорости маловысотного летательного аппарата: пат. 13611 Респ. Беларусь, МПК G01S13/00 / В. В. Воинов, Д. М. Мицкевич, Е. Н. Сасим, В. В. Мокринский. – № а 20081530; заявл. 3.12.08; опубл. 30.10.10 // Бюл. – № 5, 2010.

12. Электростатический флюксметр: пат. 7035 Респ. Беларусь, МПК G01R29/12 / В. В. Воинов, И. А. Иващенко, Д. М. Мицкевич. – № и 20100639; заявл. 15.07.10; опубл. 28.02.11 // Бюл. – № 1, 2011.
13. Устройство поражения маловысотного летательного аппарата: пат. 3706 Респ. Беларусь, МПК F42B23/00 / В. В. Воинов, В. В. Мокринский, И. М. Быков и др. – № и 20060824; заявл. 04.12.06; опубл. 30.06.07 // Бюл. – № 3, 2007.
14. Воинов, В. В. Применение мин в противовоздушной обороне / В. В. Воинов, Д. М. Мицкевич // Сб. науч. ст. курсантов Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2008. – №6. – С. 147–148.
15. Мицкевич, Д. М. Низкочастотное электромагнитное поле маловысотного летательного аппарата / Д. М. Мицкевич, А. С. Ткаченко, В. В. Воинов // Сб. науч. ст. курсантов Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2009. – №7. – С. 181–182.
16. Мицкевич, Д. М. Параметрический метод определения высоты полета маловысотного летательного аппарата / Д. М. Мицкевич, В. В. Воинов, И. А. Иващенко, И. Ю. Бондарик // Сб. науч. ст. курсантов Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2010. – №8. – С. 167–168.
17. Мицкевич, Д. М. Излучение электромагнитных волн самолетом при посадке / Д. М. Мицкевич, Н. В. Марковникова, И. А. Иващенко // Актуальные вопросы авиационной науки и техники: сб. тез. докл. 1 междунар. молодежной науч.-техн. конф. / УО «ВА РБ». – Минск, 2011. – С.217–220.
18. Способ обнаружения маловысотного летательного аппарата: пат. 13148 Респ. Беларусь, МПК G01S13/00, G08B13/24 / В. В. Воинов [и др.]; заявитель УО «ВАРБ» – № а 20080960; заявл. 18.07.2008; опубл. 30.04.10 // Бюл. – № 2.
19. Буренок, В. М. Курс – на сетцентрическую систему вооружения / В. М. Буренок, А. Ю. Кравченко, С. С. Смирнов // Воздушно-космическая оборона. – 2009. – №5 (48) – С. 6–13.
20. Способ поражения низколетящей цели противоракетными минами: пат. 13480 Респ. Беларусь, МПК F41H11/00 / В. В. Воинов, В. В. Мокринский. – № а 20081397; заявл. 11.05.2008; опубл. 22.02.2010 // Бюл. – № 1.
21. Справочник офицера воздушно-космической обороны / под ред. С. К. Бурмистрова. – Тверь: ВА ВКО, 2006. – 564 с.
22. Способ поражения низколетящей цели: пат. 13147 Респ. Беларусь, МПК F41H11/00, F42B23/00 / В. В. Воинов, В. В. Мокринский, И. М. Быков, Н. М. Слюсарь. – № а 20080892; заявл. 07.08.2008; опубл. 04.02.10 // Бюл. – № 1.
23. Способ обеспечения противовоздушной обороны на основе применения противоракетных мин: RU 2000130070 А, МПК F41H11/02 / В. А. Бавыкин [и др.]. – 2002.
24. Способ обнаружения маловысотного летательного аппарата: пат. 10916 Респ. Беларусь, МПК F41H11/00 / В. В. Мокринский, В. Н. Кузнецов, В. В. Воинов. – № 20061282; заявл. 15.12.2006; опубл. 23.04.2008 // Бюл. – № 1.
25. Способ поражения маловысотного летательного аппарата: пат. 10883 Респ. Беларусь, МПК F41H11/00 / В. В. Воинов, В. В. Мокринский. – № 20061145. заявл. 17.11.2006; опубл. 23.04.2008 // Бюл. – № 1.
26. Мицкевич, Д. М. Постороение рубежа противовоздушной обороны активным методом / Д. М. Мицкевич, А. Ю. Липлянин, И. А. Иващенко // Радиотехника и электроника: программа 47-й науч.-техн. конф., аспирант., магистр. и студ. / УО «БГУИР». – Мн., 2011. – С. 13.
27. Устройство обнаружения источника микросейсмических волн: пат. 3084 Респ. Беларусь, МПК G01V3/00 / В. В. Воинов, Ю. В. Белько. – № и 20006467; заявл. 17.04.06; опубл. 30.10.06 // Бюл. – № 2, 2006.
28. Мицкевич, Д. М. Определение упрежденных координат маловысотного летательного аппарата методами электростатической локации / Д. М. Мицкевич, А. Ю. Липлянин, И. А. Иващенко // Первый шаг в науку – 2011: сб. материалов Международного форума учащейся и студенческой молодежи «Первый шаг в науку – 2011». (Минск, 25–29 апр. 2011 г.) / Нац. акад. наук Беларуси. – Минск :Беларус. навука, 2011 – С.706–707.
29. Мицкевич, Д. М. Автоматизация процесса поражения маловысотного летательного аппарата / Д. М. Мицкевич, И. А. Иващенко // Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях: материалы XIV Республиканской науч. конф. студентов и аспирантов, Гомель, 2011 г. / УО «ГГУ им. Ф. Скорины». – Гомель, 2011. – Ч.1. – С. 165–166.
30. Мицкевич, Д. М. Математическая модель построения глубокоэшелонированного рубежа противовоздушной обороны / Д. М. Мицкевич, В. В. Воинов // Содружество наук. Барановичи – 2011: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. молодых исследователей / УО «БарГУ». – Барановичи, 2011. – Ч.1. – С. 200–201.
31. Марков, Л. Н. Основы теории вероятностей / Л. Н. Марков [и др.]. – Минск: ВА РБ, 2007. – С.41.