

ТАНКИ КАК ОБЪЕКТ ЗАЩИТЫ ОТ СРЕДСТВ РАЗВЕДКИ И СИСТЕМ НАВЕДЕНИЯ ОРУЖИЯ

Актуальность проблемы. Главным достоинством современных танков, созданных в соответствии с существующей концепцией, которая на сегодняшний день остается неизменной, является возможность достижения в ближайшем будущем оптимального сочетания огневой мощи, защищенности и подвижности, что дает дополнительный резерв для повышения боевой и военно-экономической эффективности.

Учитывая тактику применения танков, следует иметь в виду, что в любом случае повышение их защищенности является наиболее важной, сложной и трудноразрешимой проблемой. Для того чтобы танки, идущие в наступление, могли осуществлять прорыв прочной обороны противника, а также проводить операции на большую глубину в высоком темпе, необходимо, чтобы их потери на всех стадиях развертывания сил не превышали предел, за которым уже невозможны успешные боевые действия.

Борьба с танками начинается с их обнаружения на максимально возможном расстоянии и заканчивается попыткой уничтожения из всех возможных противотанковых средств, использующих системы наведения в широком диапазоне спектра – от видимого до радиолокационного. Таким образом, решение задачи защиты от средств разведки и систем наведения оружия является основополагающим для повышения защищенности танка.

Анализ последних достижений и публикаций. Проблема повышения защищенности, учитывая её актуальность [1–3], освещена достаточно широко. Во многих публикациях оценивается обеспечение комплексной защиты танков с методологических позиций, рассматриваются вопросы комплексной защиты основных боевых танков разных стран мира. Приводятся сведения о системах комплексной защиты серийных и перспективных образцов [4]. Наряду с этим, оценивается состояние и тенденции развития как традиционных, так и новых систем защиты [5], а также направления обеспечения живучести танка, основные принципы построения ее составляющих, возможные способы реализации и оценки эффективности. Рассматриваются различные подходы к решению проблем по повышению эффективности комплексной защиты [6, 7].

В тоже время, комплексная защита рассматривается в широком понимании, охватывает защиту и от обычных противотанковых средств, и от боеприпасов с самонаведением и самоприцеливанием, и от оружия массового поражения (ОМП). При этом основной упор все более переносится на решение задач снижения вероятности попадания в танк и пробития броневой защиты, в т.ч. с применением динамической, активной и др. видов защиты, уменьшения последствий при пробитии и применении ОМП.

С другой стороны, достаточно глубоко рассмотрены отдельные направления защиты танков, где наряду с броневой (противоминной [8], динамической [9] и т.д.), все большее внимание уделяется защите от средств разведки и систем наведения оружия в различных диапазонах электромагнитных волн. Рассмотрены и проанализированы основные аспекты снижения заметности, освещены вопросы создания и применения средств снижения заметности [10] в комплексе защиты в целом. Разработаны критерии, методы и математические модели оценки оптической заметности объектов вооружения и военной техники [11]. Получила дальнейшее развитие электродинамическая теория рассеяния в интересах исследования вторичного излучения радиолокационных объектов сложной формы, предложены методы расчета и приведены характеристики рассеяния объектов [12], обоснована необходимость формирования заданного радиолокационного отражения уже на этапе проектирования объекта бронетехники [13] и др. Однако вопросы выявления демаскирующих признаков танка, влияющих на обнаружение его средствами разведки и последующее наведение средств поражения, а также направления их снижения – не нашли достаточного освещения.

Целью статьи является проведение анализа конструкций и характеристик элементов танка как объекта защиты от средств разведки и систем наведения оружия (СРСНО) для выявления демаскирующих признаков, влияющих на эффективность обнаружения и наведения оружия в различных диапазонах спектра.

Развитие защиты от средств разведки и систем наведения оружия. С момента появления танка как боевой машины основным назначением его защиты, позже – систем защиты, было обеспечение высокой живучести танка на поле боя. Это обеспечивалось в первую очередь броневой защитой.

Во время первой мировой войны основную угрозу представлял ружейно-пулеметный огонь, поэтому танки имели противопульное бронирование, равностойкое по всем направлениям обстрела. Однако уже в это время наряду с обычной бронёй на английском танке Mk V устанавливалось оборудование для постановки дымовой завесы.

Основной защитой танков, создаваемых в межвоенный период (1918–1939 гг.), оставалась броня, защищавшая от пуль и осколков. Как исключение – на французских легких танках «Рено» AMR 33/35 и «Гочкис» H-35 появляются элементы деформирующего окрашивания, на советском танке Т-28 – приборы дымопуска [14].

Защита танков периода второй мировой войны наряду с противоснарядной броневой защитой корпуса и башни – Т-34, KV, ИС (СССР), «Валентайн», «Черчилль» (Великобритания), «Шерман» (США), включала также деформирующее окрашивание и дымовые гранатометы – «Пантера», «Тигр» (Германия). Для маскировки широко использовались ветки деревьев и кустарников, зимний камуфляж.

Для 50-х и начала 60-х гг. характерен интенсивный рост могущества бронированных подкалиберных и кумулятивных снарядов. Противотанковая оборона стала насыщаться противотанковым неуравновешенным и управляемым оружием; появилось ядерное и химическое оружие.

Создаваемые до этого периода танки не обладали необходимыми характеристиками: средние – защищенностью и огневой мощностью, тяжелые – подвижностью. Появляется новый тип танка следующего поколения – основной боевой танк (ОБТ). Повышение уровня защищенности этих танков достигается дифференцированием броневой защиты и применением комбинированной брони, выбором рациональных углов наклона защитных преград, уменьшением забронированных пространств, установкой бортовых экранов. Все большее распространение получают элементы защиты от средств разведки и систем наведения оружия – деформирующее окрашивание, термодымовая аппаратура, системы постановки дымовой завесы. Появляются дымовые снаряды.

Перечисленный комплекс защитных мероприятий позволил обеспечить приемлемый уровень защиты танков 60–70-х гг. при сравнительно небольшом увеличении массы. Это – Т-64, Т-72, Т-80 (СССР), «Чифтен» (Великобритания), «Леопард-1» (ФРГ), М-60 и его модификации (США), AMX30 (Франция), STRV-103 (Швеция).

Дальнейшее повышение могущества и расширение номенклатуры противотанковых средств привело к созданию в 80-х годах танков следующего поколения. Особенностью защиты танков Т-64БВ, Т-80БВ/У/УД (СССР), «Челленджер» (Великобритания), «Леопард-2» (ФРГ), М1 «Абрамс» (США), AMX 32 (Франция), STRV-103С (Швеция), «Меркава» Mk1/Mk2 (Израиль) и др. является то, что наряду с баллистической защитой, деформирующее окрашивание, термодымовая аппаратура, дымовые гранатометы становятся неотъемлемой частью конструкции танков (рис. 1–3). Вводятся мероприятия по снижению температуры моторно-трансмиссионного отсека (МТО), выхлопных газов, снижению радиолокационной заметности [14–16].

В конце XX – начале XXI столетий для борьбы с танками формируется обширный арсенал разнообразных боевых средств, включающий в себя средства общего назначения (ядерное оружие, авиация, танки, ракетные войска, полевая артиллерия) и специальные противотанковые средства. Способность обнаруживать и поражать танки обеспечивается как в пределах прямой видимости, так и на дальностях до 200 км (рис. 4).



Рисунок 1 – Средний танк «Пантера»



Рисунок 2 – Пусковые установки системы постановки завесы Т-72



Рисунок 3 – Т-80УД

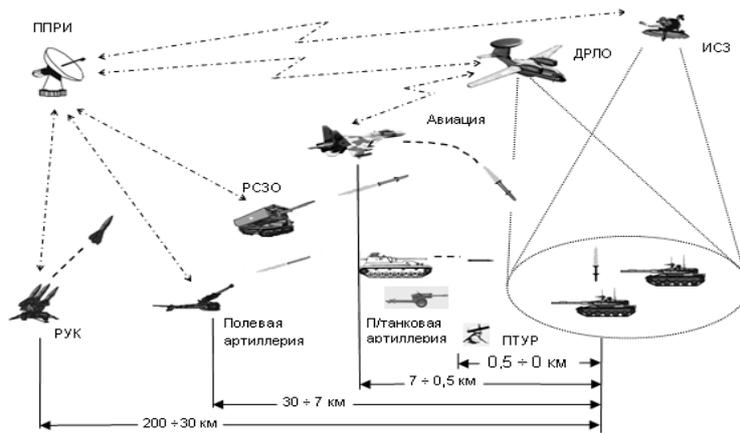


Рисунок 4 – Вариант схемы применения РСНО

ППРИ – пункт приема разведывательной информации, РУК – ракетный ударный комплекс, РСЗО – реактивная система залпового огня, ПТУР – противотанковая управляемая ракета, ДРЛО – дальнее радиолокационное обнаружение, ИСЗ – искусственный спутник Земли

Особое внимание уделяется развитию и использованию высокоточного оружия (ВТО). Это наглядно видно на примере ряда военных операций [17]. Особенностью ВТО является то, что это оружие применяется только при обнаружении, опознавании цели и определении ее координат [18].

Если ранее, в качестве защиты от обнаружения средствами разведки и системами наведения оружия (РСНО) танкостроители ограничивались применением камуфляжной окраски (защитно-зеленой, оливково-песочной или белой – зимой), термодымовой аппаратуры и пусковых установок для дымовых гранат, то в последние 10–15 лет при создании танков наряду с новыми схемами бронирования, использованием встроенной динамической защиты, работами над комплексами активной защиты и т.п. особое внимание уделяется защите от РСНО.

На танках Т-90 (Россия), БМ «Оплот» (Украина), «Челленджер-2» (Великобритания), «Леопард-2А5/А6 (Германия), М1А2 «Абрамс» (США), «Леклерк» (Франция), «Меркава» MkIV (Израиль) и др. применены деформирующее окрашивание, мероприятия по снижению температуры элементов конструкции моторно-трансмиссионного отделения и выпуска выхлопных газов, снижению радиолокационной сигнатуры, использованы системы обнаружения различных видов облучения, постановки широкоспектральных завес и т.д. [14–16].

Анализ конструкций и характеристик элементов танка, влияющих на эффективность обнаружения и наведения оружия в различных диапазонах спектра. Поражению танков в настоящее время предшествует разведка и наведение оружия. При этом выделяют следующие этапы, которые следуют друг за другом:

- поиск и обнаружение цели;
- распознавание (идентификация типа) цели;
- определение координат цели и ее сопровождение (слежение).

Обнаружение цели производится по ее демаскирующим признакам (сигналам) основой которых являются электромагнитное поле наблюдаемого объекта, отличающееся от полей, создаваемых окружающей средой (фоном).

С этой точки зрения важно уяснить факторы, которые являются определяющими для обнаружения танка как физического объекта средствами разведки и системами наведения оружия в различных диапазонах электромагнитного излучения для последующего построения адекватной защиты.

Оптический (видимый) диапазон (0,4–0,76 мкм). В оптическом диапазоне обнаружение объектов определяется:

- яркостным контрастом K с окружающим фоном, при этом дополнительной информацией является цветовой контраст между объектом и фоном;

$$K = \frac{I_o - I_\phi}{I_\phi + I_o \tau_a}, \quad (1)$$

где I_o , I_ϕ , I_d – яркости объекта фона и дымки, τ_a – коэффициент пропускания атмосферы.

- компактностью, зависящей от габаритов объекта;
- сложностью/изрезанностью наружных поверхностей.

На яркость поверхности объекта влияют следующие факторы:

- освещенность в зависимости от времени суток и погодных условий;
- отражающие свойства поверхности, характеризующиеся используемым материалом (стекло, металл, резина) и состоянием наружного слоя (шероховатость – глянцевая, матовая; загрязненность);
- расстояние до объекта, с увеличением которого ухудшается видимость за счет возникновения световоздушной дымки;
- цвет поверхности.

Днем освещенность наружных поверхностей определяется ориентацией по отношению к солнечным лучам. Объект демаскируется собственными тенями, даже при малом контрасте с фоном.

При наблюдении объекта через приборы ночного видения формируются специфические условия создания контраста с фоном [19]. В случае использования приборов активного типа вертикально ориентированные поверхности объектов освещаются значительно ярче, чем горизонтальные участки поверхности земли, освещаемые наклонным лучом прожектора. Поэтому на темном фоне они будут выглядеть более светлыми. При использовании в ночное время приборов пассивного типа, где источниками подсветки являются Луна, звезды и небосвод в целом, с преобладанием вертикальной составляющей освещенности над горизонтальной более чем в 1,6 раза, объект будет выглядеть темным на светлом фоне. Таким образом, в зависимости от внешних условий оптический контраст ночью также может изменяться в очень широких пределах.

Наиболее характерными демаскирующими элементами конструкции танка, наблюдаемыми в оптическом диапазоне являются:

- практически горизонтальная прямая линия пушки (в природе нет протяженных горизонтальных предметов);
- характерный излом башни;
- лобовые и кормовые углы башни и корпуса;
- прямые протяженные линии корпуса;
- гусеничная ходовая часть;
- грязный выхлоп двигателя.

Основным средством защиты в этом диапазоне является маскировка – окрашивание под цвет фона театра боевых действий и искажение внешнего вида танка с помощью различных масок (естественных подручных средств – веток деревьев и кустарников, травы и др., искусственных конструкций – плоских или объемных), размещаемых на наружных поверхностях.

Получение высокого маскирующего эффекта обеспечивается максимально возможным совпадением при окрашивании спектральных характеристик отражения компонентов покрытия и соответствующих элементов господствующего фона, а также изменением геометрии характерных элементов при использовании масок.

Инфракрасный диапазон – лазеры (0,5–1,6, 10,6 мкм). Вероятность опознавания бронеектов с помощью лазерных средств в основном определяется наличием на танке башни [20] и зависит от его габаритных размеров.

Чем меньше силуэт – тем ниже вероятность обнаружения и эффективного наведения оружия.

Инфракрасный диапазон (0,76–15 мкм – ближняя, средняя и дальняя области). Основной характеристикой, влияющей на дальность обнаружения объектов в этом диапазоне, является контраст с фоном, называемый тепловым [21]. Величина теплового контраста ΔB зависит в свою очередь от теплового излучения объекта и фона (3).

$$\Delta B = B_o - (B_\phi - B_\phi^*), \quad (2)$$

где B_o – лучистый поток от объекта, B_ϕ – лучистый поток фона, B_ϕ^* – лучистый поток от участка фона, экранируемого объектом.

Тепловое излучение объекта определяется температурой его наружных поверхностей, величина которых зависит как от нагрева за счет солнечного излучения, так и от собственных источников тепла.

При неработающих источниках собственного тепла танк обнаруживается из-за теплового контраста наружных поверхностей и фона в связи с их неодинаковой интенсивностью нагрева за счет солнечного излучения днем и остывания после захода солнца. Контраст зависит как от составных частей танка и их состояния (размеры башни и корпуса, толщины броневых деталей, покрытие наружных поверхностей, их загрязненность), так и от внешних факторов – погодных условий.

При эксплуатации основными демаскирующими элементами танка, наблюдаемыми в инфракрасном диапазоне, являются:

- моторно-трансмиссионное отделение (крыша МТО, двигатель, коробка перемены передач с бортовыми редукторами, радиаторы системы охлаждения);
- факел выхлопных газов;
- вспомогательный энергоагрегат;
- элементы ходовой части;
- стволы пушки и зенитного пулемета, нагревающиеся в процессе стрельбы.

Направления снижения теплового контраста – экранирование и теплоизоляция нагреваемых конструкций, дефлектирование (вентиляция) элементов силовой установки, смешение отработанных газов с холодным воздухом и т.п.

Радиолокационный диапазон (0,2–4 см).

Активные системы. Радиолокационное обнаружение объекта активными системами основано на отражении им зондирующего сигнала радиолокационной станции (РЛС). При падении электромагнитной энергии на объект на его поверхности возникают или электрические токи, если в его составе проводники, или электрические заряды, если в его составе есть диэлектрики. Вследствие этого объект становится источником излучения электромагнитных волн – так называемого вторичного. Таким образом, объект зондирования, образуя поле вторичного излучения, изменяет характеристики зондирующего сигнала, что является источником информации о нем.

Для количественной оценки радиолокационной характеристики объекта используется условная величина – эффективная поверхность рассеяния (ЭПР), пропорциональная мощности отраженного сигнала и имеющая размерность площади (4).

$$\sigma = \lim_{R \rightarrow \infty} 4\pi R^2 \frac{|\vec{p}^{np} \cdot \vec{E}^{pac}|^2}{|\vec{p}^0 \cdot \vec{E}^0|^2}, \quad (3)$$

где R – расстояние от объекта до приемной антенны РЛС, \vec{p}^{np} – единичный вектор, указывающий направление поляризации приемной антенны, \vec{E}^{pac} – поле, рассеянное объектом в направлении на приемную антенну, \vec{p}^0 – вектор поляризации, \vec{E}^0 – падающее поле (излучение РЛС) [12].

Танк является сложным радиолокационным объектом, т.к. его наружная поверхность состоит из многочисленных плоскостей, по разному ориентированных в направлении РЛС. Каждая из плоскостей является элементарным отражателем и общее поле вторичного излучения объекта формируется за счет интерференции радиоволн, рассеиваемых этими отражателями.

Таким образом, ЭПР танка зависит от следующих факторов:

- положения объекта относительно РЛС;
- габаритных размеров объекта;
- формы, размеров и взаимного расположения элементарных отражателей, составляющих наружную поверхность;
- материала и чистоты обработки наружной поверхности;
- длины волны зондирующего сигнала.

Пассивные системы. В пассивных системах обнаружения и наведения, используют естественное излучение объекта, также как и в инфракрасном диапазоне. В радиолокационном диапазоне такое излучение принято называть радиотепловым. Источниками излучаемой энергии в этом случае являются небосвод, Луна и звезды [23]. Хотя уровень радиотеплового излучения зависит и от собственного излучения объекта, вызванного нагревом наружных поверхностей, основной вклад в радиотепловое поле вносит наведенная составляющая.

Основной характеристикой, влияющей на дальность обнаружения объектов в этом диапазоне, также является контраст с фоном, называемый радиотепловым. Радиотепловые характеристики объекта и фона выражаются через температуру в $^{\circ}\text{K}$. При этом контраст пропорционален разности ΔT_A яркостных температур объекта T_S и фона T_B

$$\Delta T_A = T_S - T_B. \quad (4)$$

Разность яркостных температур (радиотепловой контраст) определяется:

- действительной разностью температур;
- излучательными и отражательными способностями наружных поверхностей танка. Излучательные способности зависят от шероховатости поверхности и свойств материала на глубину, сопоставимую с длиной волны, на которой ведется наблюдение. Отражательная способность металлических поверхностей танка гораздо сильнее фона, при этом структура поверхностей при радиотепловой локации не имеет значения.

- атмосферного поглощения.

Основными направлениями защиты в радиолокационном диапазоне являются - оптимизация архитектуры наружных поверхностей танка, нанесение радиопоглощающих покрытий и материалов, использование радиопоглощающих накидок и сетей.

Перспективным направлением уменьшения демаскирующих факторов танка в широком диапазоне длин волн является применение широкополосных маскировочных сетей, которые не только изменяют внешний облик защищаемого объекта, но и снижают его отражательные характеристики и уменьшают контраст с фоном.

Рассмотренные выше способы защиты от средств разведки и наведения оружия являются пассивными. Но существует еще одно направление – средства активного противодействия. Применение их с одной стороны позволяет обнаружить танк, но с другой значительно снижает эффективность систем наведения оружия. Это постановка электромагнитных помех, «срывающих» работу систем наведения или инициирующих подрыв противотанковых боеприпасов на безопасном удалении и завес со специальными характеристиками, позволяющими «скрыть» танк от систем наведения оружия. Такие средства могут применяться для всех диапазонов спектра. Однако эффективность их применения и необходимая энергетическая мощность напрямую зависят от уровня демаскирующих признаков защищаемого объекта.

Выводы

1. Конструкция танка, как объекта защиты, постоянно совершенствуется адекватно появляющимся противотанковым средствам поражения, при этом элементы защиты от средств разведки и систем наведения оружия занимают все большее место в общем комплексе защиты.

2. Танк, являясь сложной технической системой и обладая характерным внешним обликом, имеет широкую номенклатуру демаскирующих признаков во всех диапазонах спектра.

3. Существуют как пассивные, так и активные способы защиты от средств разведки и систем наведения оружия.

4. Учитывая многообразие средств разведки и систем наведения оружия, существенные различия используемых физических принципов обнаружения в зависимости от диапазона длин волн, жесткие массогабаритные ограничения, построение максимально эффективной защиты от СРСНО необходимо вести в следующих направлениях:

- определение наиболее опасных СРСНО в зависимости от их технических характеристик и тактики применения;

- совершенствование защитных свойств танка в каждом диапазоне применения СРСНО с обеспечением рационального сочетания различных пассивных средств защиты;

- развитие систем постановки помех и противодействия с учетом уровня заметности объекта, достигнутого пассивными средствами, обеспечение воздействия на СРСНО на различных дальностях - построение эшелонированной защиты;

- внедрение в комплекс защиты танка интегрированных систем управления и обеспечение взаимодействия с другими системами как танка (управления огнем, движением), так и подразделения (управления боем).

Литература

1. Ezio Bonsignore. Gulp experience raises tank survivability issues // Military technology. – 1992. – №2 – P. 64–70.

2. Суворов С. Бронетанковая техника в современных войнах // Техника и вооружение. – 2006. – №7. – С. 34–40, – №8. – С. 18–24.

3. Chassillan Marc. Premiers enseignements techniques sur les operations en Irak // RAIDS. – 2003. – aug. – P. 48–53.

4. Защита танков / В.А. Григорян, Е.Г. Юдин, И.И. Терехин и др.; Под ред. В.А. Григоряна. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 327 с.

5. Теория и конструкция танка. – Т. 10. Кн. 2 Комплексная защита. – М.: Машиностроение, 1990. – 208 с. Таємно. Інв. 8854.
6. Тарасенко А. Комплексная защита бронетанковой техники. Украинский подход // Техника и вооружение. – 2007. – №2. – С. 10–16, – №3. – С. 34–38.
7. Растопшин М. Пути повышения параметров защиты танков и эффективности противотанковых средств // Техника и вооружение. – 2002. – №9. – С. 18–21.
8. La protection contre les mines // RAIDS.– 2004. – №13. – Р. 36–41.
9. Лапицкий С.В., Чепков И.Б., Васьковский М.И. и др. Синтез, оценка и выбор рациональных вариантов технических решений при разработке защитных устройств динамического типа для боевых бронированных машин // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – 2006. – №3. – С. 15–21.
10. Филин С.А., Малохина Л.А. Средства снижения заметности (по патентным материалам). – М.: ИНИЦ Роспатента, 2003. – 215 с.
11. Критерии, методы и математические модели оценки оптической заметности объектов вооружения и военной техники. – М.: Воениздат, 1990. – 761 с. Таємно. Інв. 9049.
12. Рассеяние электромагнитных волн воздушными и наземными радиолокационными объектами: монография / О.И. Сухаревский, В.А. Василец, С.В. Кукобко и др. // Под ред. О.И. Сухаревского. – Х.: ХУПС, 2009. – 468 с.
13. Васильченко И.И., Колчигин Н.Н. Формирование радиолокационного отражения наземной военной техники при модернизации // Механіка та машинобудування. – 1997. – №2. – С. 156–161. Таємно. Інв. 9194.
14. Полная энциклопедия танков мира. 1915–2000 гг. /Сост. Г. Л. Холявский. – Мн.: ООО «Харвест», 1998. – 576 с.
15. Современные танки. Под редакцией Сафонова Б.С. и Мураховского В.И. – М.: Арсенал-Пресс, 1995. – 320 с.
16. Танки и самоходные установки. – М.: ООО «Издательство АСТ»; СПб.: Terra Fantastica, 2000. – 336 с.
17. Заяц В. Применение авиации США на активной фазе операции в Ираке // Зарубежное военное обозрение. – 2005. – №10. – С. 44–53.
18. Александров В., Рахманов А. ВТО: роль и место в вооруженных конфликтах. Основные тенденции развития // Военный парад. – 2003. – №1. – С. 16–18.
19. Орлов В.А., Петров В.И. Приборы наблюдения ночью и при ограниченной видимости. М.: Воениздат, 1989.
20. Орлов В.А. Лазеры в военной технике. М.: Воениздат, 1976.
21. Сафронов Ю.П., Эльман Р.И. Инфракрасные распознающие устройства. – М.: Воениздат, 1976. – 207 с.
22. Майзельс Е.Н., Торгованов В.А. Измерение характеристик рассеяния радиолокационных целей / Под ред. М.А. Колосова, М.: Изд-во «Советское радио», 1972. – 232 с.
23. Николаев А.Г., Перцов С.В. Радиотеплолокация. – М.: Воениздат, 1970. – 132 с.

УДК 623.465

Глебов В.В.

ТАНКИ ЯК ОБ'ЄКТ ЗАХИСТУ ВІД ЗАСОБІВ РОЗВІДКИ ТА СИСТЕМ НАВЕДЕННЯ ЗБРОЇ

У статті проведений аналіз удосконалення конструкції захисту танків від засобів поразки, зокрема від засобів розвідки та систем наведення зброї. Сформульовані характерні демаскуючі риси танка як фізичного об'єкта в різних діапазонах електромагнітного випромінювання. Запропоновані напрямки удосконалення захисту танків від засобів розвідки та систем наведення зброї.

Glebov V.V.

TANKS AS OBJECT OF PROTECTION AGAINST RECONNAISSANCE DEVICES AND WEAPONS GUIDANCE SYSTEMS

The article contains an analysis of perfection of the design of protection of tanks against destructions means – in particular, protection against reconnaissance devices and weapons guidance systems. It also defines the specific signatures of the tank as a physical object in various ranges of electromagnetic irradiation. The au-

thor offers the ways of perfection of protection of tanks against reconnaissance devices and weapons guidance systems.