

УДК 623.4:681.3:629.7

DOI: [https://doi.org/1034169/2414-0651.2026.1\(49\).24-32](https://doi.org/1034169/2414-0651.2026.1(49).24-32)**О. О. ПОЧЕЧУН**, кандидат технічних наук
<https://orcid.org/0000-0002-0749-3317>**О. Ю. ЛАРІН**, кандидат технічних наук
<https://orcid.org/0000-0001-6933-850X>**С. Ю. ЧВАНОВ**
<https://orcid.org/0000-0002-0794-2039>
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ОСНОВНОГО БОЙОВОГО ТАНКА Т-90М «ПРОРИВ»

У статті подано результати комплексного аналізу систем захисту російського основного бойового танка Т-90М «Прорив». На основі результатів натурного дослідження, лабораторних випробувань і порівняльних даних розробників встановлені фактичні конструктивні рішення щодо бронювання, динамічного захисту, додаткових екранів та маскування. Запропоновано методика кількісного оцінювання ефективності систем захисту із застосуванням математичного апарата «зонального підходу». Визначено інтегральні показники ефективності кожної підсистеми та комплексну оцінку живучості танка.

Ключові слова: Т-90М «Прорив», захищеність, система захисту, маскування, FPV-дрони, живучість, оцінка ефективності.

ВСТУП

Зростання ролі FPV-дронів, баражуючих боеприпасів і високоточної зброї [1] змінило парадигму систем захисту основних бойових танків (ОБТ). Починаючи з 2023 року, з початком масованого застосування FPV-дронів, у російсько-українській війні домінують удари у верхню проекцію та найменш захищені зони бортів і корми [2], що вимагає комплексного підходу до побудови захисту – не лише конструктивного, а й функціонального. Т-90М «Прорив» є найновішою модифікацією серійного російського ОБТ, що застосовується проти Сил оборони України. Проведений у статті аналіз трофейного зразка Т-90М «Прорив», який виготовлений у 2018–2019 роках, дає змогу оцінити реальний рівень технологічного розвитку російської школи танкобудування та визначити напрями вдосконалення вітчизняних ОБТ та засобів ураження [3].

Мета та завдання дослідження

Мета – визначити реальні технічні характеристики систем захисту Т-90М «Прорив» та провести порівняльну оцінку їх ефективності на основі зонального підходу.

Основні завдання:

- ідентифікувати конструктивні рішення щодо бронювання, динамічного захисту, додаткових екранів та маскування у різних спектрах випромінювання;
- визначити фактичні відмінності трофейного зразка від заявлених характеристик;
- оцінити ефективність кожної складової систем захисту за трьома рівнями (теоретичним, нормативним, практичним);
- розрахувати інтегральну оцінку ефективності систем захисту.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження систем захисту основного бойового танка Т-90М «Прорив» виконувалося у три етапи:

- огляд і фіксація конструктивних особливостей трофейного зразка;
- лабораторне дослідження компонентів систем захисту;
- аналітичне порівняння з офіційними джерелами інформації та зразками попередніх модифікацій (Т-90С).

Польовий етап

Польовий етап передбачав зовнішній огляд трофейного танка Т-90М «Прорив», стан – після бойового ураження FPV-дроном у зону моторно-трансмисійного відділення з послідуочим загорянням (рис. 1).



Рис. 1. Зовнішній вигляд зразка, що досліджувався

Під час огляду фіксувалися:

- геометричні параметри основного бронювання корпусу і башти;
- тип, розміщення та конфігурація кріплень складових частин динамічного захисту (товщина опорної пластини, наявність демпферів, кут нахилу);
- розміщення датчиків СПЗ та стан її пускових установок;
- наявність решітчастих (сітчастих) захисних екранів, маскувальних комплектів та їх стан після ураження;
- ознаки вторинних уражень (деформації, оплавлення, пробиття, вторинні осколки).

Лабораторний етап

Проведено лабораторне дослідження відібраних зразків:

- маскувального комплекту «Накидка» [4] – вимірювання комплексної діелектричної проникності та коефіцієнту втрат у діапазоні 2–18 ГГц на хвилеводному стенді НВЧ-5М, а також визначення ІЧ-емісії методом тепловізійного контролю за допомогою камери FLIR T540. Для оцінювання термостійкості

проведено нагрівання зразків до +180 °С протягом 30 хв. (імітація нагріву під сонячним випроміненням). Виміряно зміни відбивної здатності та теплопровідності;

- вибухової речовини (ВР) ЭГ-85Д зі складу елементів динамічного захисту (ЕДЗ) 4С23 [5] – встановлено, що до складу ВР входять гексоген, полімерна зв'язувальна речовина з пластифікатором (диоктилфталат, дибутилсебацінат). Компонентний склад ВР: гексоген – 85 %; полімерна зв'язувальна речовина – 11 %; пластифікатор – 4 %.

Аналітичний етап

Аналітичний етап полягав у зіставленні конструктивних і функціональних характеристик систем захисту танків Т-90С та Т-90М «Прорив», визначенні динаміки їх розвитку та оцінюванні ефективності окремих елементів на основі нормативних, технічних документів та інформації з відкритих джерел.

База джерел для аналізу

Перша група – відомчі технічні та нормативні документи. Як основні джерела інформації застосовувались: технічні описи та експлуатаційна документація виробника – АО «Уралвагонзавод»; технічні умови на елементи динамічного захисту 4С22; рекламно-технічні матеріали АО «НИИ Стали» по КДЗ «Контакт-5» і «Релікт», які доступні на їх сайтах. Ці документи містять офіційно підтвержені відомості щодо складу, розміщення та принципів роботи штатних систем захисту, тому мають найвищий рівень достовірності.

Друга група – міжнародні науково-технічні джерела та профільні специфікації, що визначають критерії якості та балістичної стійкості сучасної броні. Використання класифікаційного огляду 2025 року [6] разом із фундаментальним аналізом механічної металургії [7] дозволило провести верифікацію відповідності фізико-механічних характеристик сталей, що застосовуються у танках Т-90С і Т-90М вимогам західних специфікацій (зокрема серії MIL-DTL та Def Stan 95-24). Доповнення бази специфікацією MIL-DTL-46100E [8] забезпечує еталонні параметри для оцінювання балістичної стійкості броні високої твердості (ННА) та формує об'єктивну систему координат для порівняльного аналізу захищеності досліджуваних зразків.

Третя група – аналітичні та міжнародні огляди. Використано відкриті звіти провідних аналітичних центрів: RUSI (2024) Protecting the Force from Uncrewed Aerial Systems [9]; IISS (2024) The Military Balance [10]; SIPRI (2024) Armament Report [11]. Ці матеріали застосовано виключно для контекстного аналізу сучасних тенденцій розвитку бронетехніки та співвідношення технологічних підходів у системах захисту різних держав. Кількісні показники з цих джерел не використовувалися у розрахунках.

Методика порівняльного оцінювання

Для зіставлення систем захисту танків Т-90С і Т-90М «Прорив» застосовано системно-порівняльний підхід із використанням трьох рівнів проведення аналізу:

- конструктивно-геометричний рівень: порівняння товщини, маси та матеріалу бронезахисту; аналіз топології розташування ДЗ, демпферних вузлів у складі модулів ДЗ даху башти;

- функціональний рівень: оцінювання ефективності – елементів ДЗ (порівняння 4С22 та 4С23); захисних решітчастих (сітчастих) екранів; системи постановки завес і маскувального комплексу за спектральними характеристиками;

- нормативно-ефективнісний рівень: перехід від параметрів технічних описів до стандартизованих показників рівнів захисту за STANAG 4569 (Level 1-4) виключно для орієнтовного зіставлення; розрахунок еквівалентної товщини $R_{\text{екв}}$ і коефіцієнта ефективності $K_{\text{еф}} = R_{\text{екв}} / R_{\text{баз}}$.

Розрахункові співвідношення

Для порівняльної оцінки ефективності систем захисту танків Т-90С і Т-90М «Прорив» застосовано зональний підхід, у межах якого для кожної проекції і визначається відносний приріст ефективності:

$$K_{\text{еф},i} = \frac{E_{90M,i} - E_{90S,I}}{E_{90S,i}} = \frac{E_{90M,i}}{E_{90S,i}} - 1, \quad (1)$$

де $E_{90S,i}$ і $E_{90M,i}$ – еквівалентна стійкість або ймовірність зриву атаки для проекції і для Т-90С та Т-90М «Прорив» відповідно; $K_{\text{еф}}$ – відносне підвищення ефективності системи захисту у цій проекції.

Інтегральна оцінка загальної ефективності визначається як зважена сума за п'ятьма проекціями:

$$E_{\text{заг}} = \sum_i^5 \omega_i E_{90M,i}, \quad R_{\text{заг}} = \sum_i^5 \omega_i \frac{E_{90M,i}}{E_{90S,i}}, \quad (2)$$

де ω_i – нормалізовані коефіцієнти ваг за критичністю проекції і.

Коефіцієнти ω_i нормалізовано за формулою:

$$\omega_i = \frac{f_i k_i}{\sum_j^5 f_j k_j}, \quad (3)$$

де f_i – частка уражень у проекції; k_i – коефіцієнт критичності, який відображає ступінь впливу ураження проекції на боєздатність машини (втрата рухомості, вогневої потужності чи екіпажу), який визначався експертно за чотирибальною шкалою: 1 – незначний вплив (локальні пошкодження, можливість продовження руху); 2 – помірний (втрата працездатності окремих систем, часткова боєздатність); 3 – значний (втрата основних функцій); 4 – критичний (знищення або повна втрата боєздатності); При цьому сума нормалізованих коефіцієнтів $\sum \omega_i = 1$.

Отримані нормалізовані значення ω_i – лоб корпусу 0,10; башта (лоб) 0,10; борт 0,20; дах 0,40; корма 0,20 – відповідають актуальному розподілу уражень у сучасних умовах домінування FPV-дронів та атак з верхньої півсфери.

Для врахування внеску окремих підсистем (динамічний захист, демпфери, СПЗ, маскування, решітчасті екрани) ефективність за проекціями визначається як добуток часткових множників:

$$E_{90M,i} = E_i^{(0)} (1 + \Delta_{\text{ДЗ},i}) (1 + \Delta_{\text{демп},i}) (1 + \Delta_{\text{реш},i}) (1 + \Delta_{\text{СПЗ},i}) (1 + \Delta_{\text{маск},i}), \quad (4)$$

де $E_i^{(0)}$ – базова стійкість конструкції; $\Delta_{\text{ДЗ},i}$ – приріст від динамічного захисту; $\Delta_{\text{демп},i}$ – вплив демпферів

кріплення; $\Delta_{\text{реш}, i}$ – приріст від решітчастих (сітчастих) екранів; $\Delta_{\text{СПЗ}, i}$ – ефект комплексу оптико-електронної протидії; $\Delta_{\text{маск}, i}$ – зниження помітності у відповідному спектральному діапазоні.

Отримані значення $E_{90M, i}$ та $K_{\text{еф}, i}$ використовуються для побудови інтегральної оцінки ефективності й подальшого порівняльного аналізу, результати якого наведено у табл. 2.

ОСНОВНІ КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ У СИСТЕМАХ ЗАХИСТУ Т-90М «ПРОРИВ»

Комплекс динамічного захисту (КДЗ)

Згідно з технічними описами танка Т-90М на сайті виробника, а також матеріалами АО «НИИ Стали», танки двох модифікацій оснащуються різними комплексами динамічного захисту (КДЗ):

- Т-90С – КДЗ «Контакт-5» із ЕДЗ 4С22;
- Т-90М «Прорив» – КДЗ «Релікт» із ЕДЗ 4С23.

КДЗ розглядається як система розміщення та інтеграції ЕДЗ у конструкцію корпусу і башти, яка визначає реальну площу перекриття проєкцій та ефективність у різних ракурсах. Відмінності між КДЗ «Контакт-5» і «Релікт» наведені в табл. 1.

Таким чином, КДЗ «Релікт» є новим технічним рішенням:

- має іншу архітектуру розміщення блоків, зокрема захищає дах башти (рис. 2);
- забезпечує більш щільне перекриття бокових проєкцій і кращу ефективність проти тандемних боеприпасів;
- характеризується зміненою геометрією блоків та збільшеною енергетикою ВР ЭГ-85Д з гексогеновою основою, полімерним зв'язуючим і пластифікатором [5], що підвищує термічну стабільність і знижує ризик детонації при обстрілі кулями калібру 7,62–12,7 мм.

В конструкції блоків ДЗ, розміщених на даху башти Т-90М «Прорив», застосовані демпферні вузли кріплення (рис. 3), що забезпечує суттєве зниження переданого на основну броню ударного навантаження під час спрацювання ЕДЗ. Застосування трубчастих демпферних елементів з полімерним наповнювачем дозволяє зменшити пікове навантаження у точках кріплення орієнтовно на 20–35 %, залежно від типу елемента, температурних умов і жорсткості вузла. Це знижує ризик



а



б

Р и с . 2. Установка модулей ДЗ: а – на даху; б – на лобовій проєкції башти (фото трофейного зразка)

локальної деформації даху башти, пошкодження приладів спостереження й порушення герметичності стиків. Таким чином, демпферні вузли не впливають безпосередньо на стійкість броні до ураження, але підвищують конструкційну живучість та забезпечують збереження працездатності систем та приладів, інтегрованих в конструкцію башти при багаторазовому спрацюванні ЕДЗ, а також ремонтпридатність самої системи ДЗ.

Т а б л и ц я 1. Порівняння КДЗ танків Т-90С та Т-90М «Прорив»

Ознака	«Контакт-5» (Т-90С)	«Релікт» (Т-90М)
Тип ЕДЗ	4С22	4С23
Зона перекриття корпусу	лобова частина $\pm 35^\circ$, борти до $\frac{1}{2}$ довжини корпусу	лобова частина $\pm 40^\circ$, борти до $\frac{2}{3}$ довжини корпусу
Башта	фронт і борти до $\frac{3}{4}$ висоти; дах не захищений	фронт, борти та частково дах башти (сегменти навколо люків)
Борти, корма	без штатних секцій	без штатних секцій
Кутова орієнтація секцій	45° до поверхні броні	$55-60^\circ$ для підвищення взаємодії з кумулятивним струменем
Маса комплексу	$\approx 1,5$ т	$\approx 2,0$ т
Заявлена ефективність (за матеріалами «НИИ Стали»)	зниження дії БПС/ПТКР у 1,2–1,4 рази	зниження дії БПС/ПТКР у 1,3–1,5 рази, підвищена ефективність проти тандемних БЧ



Р и с . 3. Зовнішній вигляд та геометричні розміри трубчатих демпферів (фото трофейного зразка)

Система постановки завіси (СПЗ)

На танку Т-90М «Прорив» встановлено оновлену систему постановки завіси ТШУ-1-2М, яка працює в автоматичному та напівавтоматичному режимах. СПЗ забезпечує виявлення лазерного опромінення, визначення напрямку загрози та автоматичний відстріл гранат 3Д17, що формують аерозольну завісу на дальності 50–80 м перед машиною. СПЗ інтегрована у систему управління озброєнням і синхронізована з приладами спостереження командира, що дає змогу оперативно реагувати на опромінення й автоматично створювати завісу у секторі загрози. Таке технічне рішення знижує ймовірність виявлення та прицільного ураження протитанковими засобами, які використовують напівавтоматичне наведення по лазерному променю.

На модифікації Т-90С встановлювався комплекс оптико-електронної протидії (КОЕП) ТШУ-1-7 («Штори-1»), який окрім системи виявлення лазерного опромінення та відстрілу гранат, містив інфрачервоні випромінювачі для активного засліплення приймачів наведення протитанкових керованих ракет (ПТКР). Хоча така концепція передбачала створення додаткового захисного бар'єра, практика експлуатації засвідчила, що випромінювачі мали значний демаскуючий ефект, помітний у видимому та інфрачервоному діапазонах на відстанях до кількох кілометрів. У реальних бойових умовах їхнє застосування не забезпечувало суттєвого зниження ефективності сучасних ПТКР, натомість підвищувало ризик

виявлення машини. Крім того, місця встановлення випромінювачів КОЕП були послабленими зонами в лобовій проекції башти, які не перекривались модулями ДЗ.

Відтак на Т-90М «Прорив» від активних ІЧ-випромінювачів відмовилися, зосередившись на удосконаленні автоматизованої СПЗ. Це рішення зменшило демаскуючі ознаки танка, одночасно забезпечивши збереження базових функцій виявлення опромінення та оперативного маскування у разі загрози. Таким чином, еволюція КОЕП від «Штори-1» до автоматизованої СПЗ ТШУ-1-2М свідчить про зміну пріоритетів – від активної протидії до зниження помітності й підвищення живучості машини в умовах тотального багатоспектрального спостереження.

Маскувальний комплект «Накидка» (рис. 4, 5)

За результатами лабораторних випробувань [4], маскувальний комплект «Накидка» забезпечує зменшення ефективної площі розсіювання (ЕПР) у радіолокаційному діапазоні на 6–8 дБ, що відповідає зниженню відбитого сигналу приблизно у 4–6 разів. Одночасно зафіксовано зменшення теплового контрасту поверхні машини в інфрачервоному діапазоні до $\Delta T \leq 2^\circ \text{C}$. Ці результати підтверджують ефективність покриття у радіолокаційному та тепловому спектральних діапазонах. Вплив зазначених показників на ймовірність виявлення залежить від характеристик конкретних датчиків (чутливість, частотний діапазон, алгоритми обробки сигналу, умови фону). Для датчиків, що працюють поблизу порога детектування, таке зниження ЕПР та ΔT може призводити



Рис. 4. Трофейний танк Т-90М «Прорив» зі спеціальним маскувальним комплектом «Накидка» (фото з відкритих джерел)

до помітного зменшення ймовірності виявлення, однак для універсальної кількісної оцінки потрібні цільові полігонні випробування або моделювальні дослідження.

Елементи пасивного захисту

На танку Т-90М «Прорив» конструктивно реалізовано низку пасивних елементів захисту:

- решітчасті екрани у кормовій частині корпусу й башти – призначені для зниження ефективності кумулятивних боєприпасів (РПГ, ПТКР, FPV) під час ураження у відповідні проєкції;
- сітковий екран над погоном башти – захищає зону з'єднання башти з корпусом від ураження кумулятивними боєприпасами;
- бортовий захист, який представляє собою 6-сегментний багат шаровий екран, який складається із зовнішньої 10-мм сталеві пластини, 2–3 шарів гуми товщиною 10 мм та 2-мм металеві підкладки.

Крім того, на багатьох танках Т-90М «Прорив» у зоні бойових дій (у т. ч. і трофейному) фіксується встанов-

лення «нештатних» металевих решітчастих «мангалів» над дахом башти для протидії FPV-дронам і барражуючим боєприпасам. Такі конструкції не передбачені технічною документацією і встановлюються у підрозділах зс рф самостійно.

ЗОНАЛЬНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ Т-90М «ПРОРИВ» ПОРІВНЯНО З Т-90С

Мета та методичний підхід

Метою аналізу є кількісне визначення приросту ефективності систем захисту танка Т-90М «Прорив» відносно варіанта Т-90С за зональним підходом. Розрахунок здійснювався за формулами 1-4, з використанням нормалізованих вагових коефіцієнтів та узагальнених показників ефективності для п'яти основних проєкцій (лоб корпусу, лоб башти, борт, дах башти, корма). Результати розрахунку наведені в табл. 2 та рис. 5.

Оцінювання базується на даних технічних описів та інструкцій з експлуатації танка Т-90М на сайті виробника, матеріалах науково-технічної експертизи ЦНДІ ОВТ ЗС України [3], дослідженнях спеціального маскувального комплексу «Накидка» [4] та ВР зі складу ЕДЗ 4С23 [5]. Усі розрахунки мають аналітичний характер, похибка оцінки становить $\pm 10\text{--}15\%$.

Інтегральна оцінка та тенденції

Інтегральна оцінка комплексної ефективності (розрахована за формулою 2) становить $\approx 0,36\text{...}0,38$ з довірчим інтервалом $\pm 0,05$. Найбільший приріст забезпечено у верхній півсфері (дах башти) завдяки впровадженню КДЗ «Релікт» з елементами 4С23 та демпферної системи кріплення блоків. Лобові та бортові проєкції отримали помірне посилення, а кормова залишається найменш захищеною.

Внесок інших складових системи захисту

Демпферні вузли кріплення елементів динамічного захисту знижують передане на бронекорпус ударне навантаження під час спрацювання ЕДЗ. Використання трубчатих демпферів з полімерним наповнювачем дає змогу зменшити пікове навантаження у місцях кріплення на 20...35%, що знижує ризик деформації даху башти та пошкодження оптичних приладів. Цей ефект не

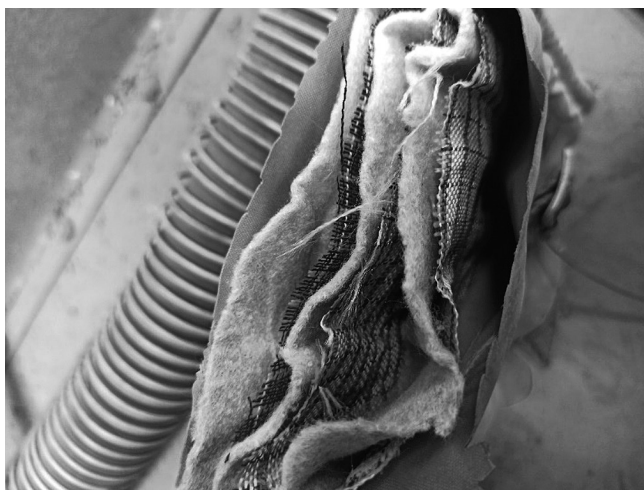


Рис. 5. Фрагменти спеціального маскувального комплексу «Накидка»

Таблиця 2. Оцінка приросту ефективності систем захисту танка Т-90М «Прорив»

№	Проекція	Відносна ефективність $E_{90M,i}$	Характер зміни	Основні фактори впливу	Рівень достовірності
1	Лоб корпусу	$\approx 1,0$ (0,95–1,1)	мінімальна	аналогічний бронепакет; частковий перерозподіл модулів з ЕДЗ 4С23	А–В
2	Башта (лоб)	$\approx 1,1$ (1,05–1,2)	помірне покращення	оптимізація розміщення та кутів встановлення модулів ДЗ; застосування ЕДЗ 4С23; застосування сітки для захисту погона башти; вилучення елементів КОЕП, місце яких перекрито ДЗ	В
3	Дах башти (верхня півсфера)	$\approx 1,45$ (1,3–1,6)	значне	встановлення модулів ДЗ із демпферними вузлами та ЕДЗ 4С23; пасивні сітки над погоном; нештатний «мангал»	А–В
4	Борт	$\approx 1,1$ (1,0–1,15)	помірне	збільшена площа перекриття КДЗ за рахунок встановлення додаткових модулів у тканинних чохлах; застосування решітчастих екранів в зоні МТВ та сітчастих – для прикриття погону	В
5	Корма	$\approx 1,0$ (0,95–1,05)	без змін	аналогічно Т-90С тонкий бронеліст; решітчасті екрани, у т. ч. на тильній проекції башти	В

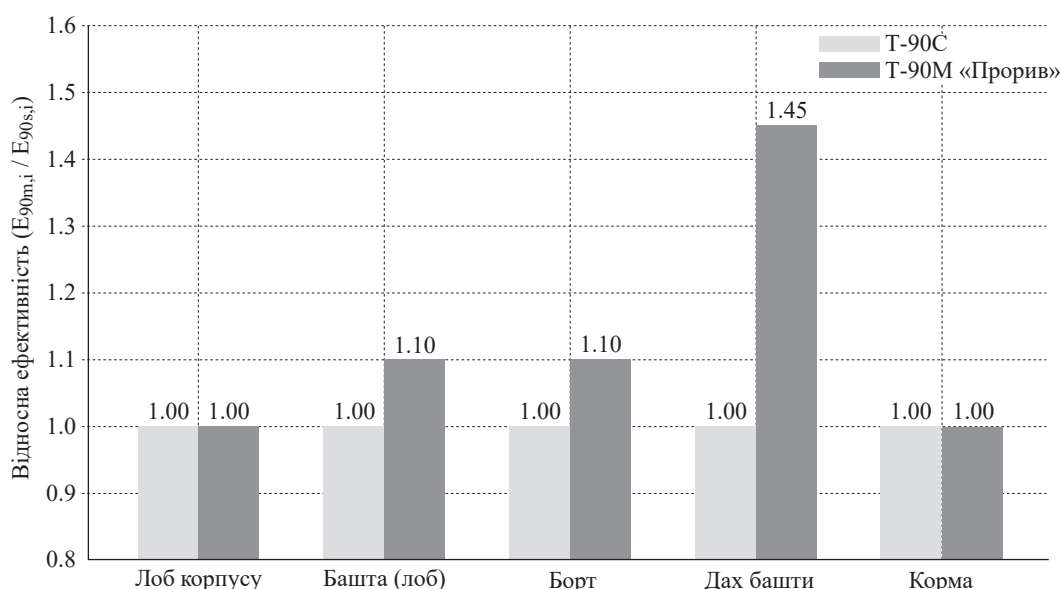


Рис. 5. Приріст ефективності захисту Т-90М «Прорив» у порівнянні з Т-90С

впливає безпосередньо на бронестійкість, але підвищує конструкційну живучість машини.

СПЗ ТШУ-1-2М, інтегрована до складу системи управління озброєнням, забезпечує виявлення лазерного опромінення, визначення напрямку загрози та автоматичний відстріл гранат ЗД17, які формують аерозольну завісу на дальності 50...80 м. Така завіса створює перешкоду для засобів наведення у лазерному та частково інфрачервоному діапазонах. Відмова від інфрачервоних випромінювачів (характерних для комплексу ТШУ-1-7 на Т-90С) зменшила демаскуючі ознаки, при цьому зберігши можливість швидкої реакції на опромінення. Узагальнено, внесок системи у зниження ймовірності прицільного ураження оцінюється на рівні 5...15 % в залежності від типу загрози та умов спостереження.

Маскувальний комплект «Накидка» підвищує ефективність маскування машини за рахунок зниження ефективної площі розсіювання (ЕПР) у радіолокаційному діапазоні на 6...8 дБ (зменшення відбитого сигналу у 4–6 разів) і теплового контрасту в інфрачервоному

діапазоні до $\Delta T \leq 2$ °С. Це зменшує дальність і ймовірність виявлення танка в умовах тотального багатоспектрального спостереження на сучасному полі бою. Вплив зазначених характеристик на фактичну ймовірність виявлення залежить від типу датчиків і умов фону, але в окремих випадках може забезпечувати зниження на десятки відсотків.

Загалом, сукупна дія інших складових системи захисту формує додатковий приріст ефективності комплексного захисту на рівні 10...15 % відносно базового стану (Т-90С), головним чином за рахунок зменшення демаскуючих ознак та ймовірності повторного наведення.

Узагальнення

Порівняльний аналіз підтверджує, що головне конструктивне вдосконалення Т-90М «Прорив» порівняно з Т-90С полягає у впровадженні КДЗ «Релікт» з ЕДЗ 4С23, збільшенні площі перекриття верхньої півсфери і демпферного кріплення блоків. Сукупно ці рішення забезпечили помітне зростання зональної ефективності захисту, насамперед, у ділянці даху башти, де зафіксо-

вано найбільший приріст живучості. Лобові та бортові проекції отримали помірне підсилення завдяки оновленій компоновці блоків ДЗ і застосуванню елементів пасивного захисту.

Разом з тим, результати аналізу технічної документації танків Т-90М і Т-90С та проведених досліджень [3] свідчать про відсутність у складі серійного Т-90М «Прорив» повноцінних комплексів активного захисту (КАЗ) і бортових засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). Найвні системи мають переважно пасивний характер протидії, тоді як активна складова представлена лише системою постановки завіс ТШУ-1-2М, яка виконує функцію маскуванню, але не забезпечує кінетичного перехоплення загроз. Це суттєво обмежує потенціал танка у протидії сучасним високоточним засобам ураження, зокрема БпЛА, керованим боеприпасам і ПТКР, які атакують з верхньої півсфери.

Таким чином, підвищення живучості Т-90М «Прорив» досягнуто насамперед за рахунок удосконалення динамічного захисту та оптимізації технічних та конструктивних рішень, тоді як нові активні технології – КАЗ, РЕБ та інтеграція всіх систем у єдину архітектуру комплексного захисту у серійному виконанні практично відсутні.

ВИСНОВКИ

Проведений порівняльний аналіз підтвердив зростання рівня живучості танка Т-90М «Прорив» порівняно з Т-90С, насамперед завдяки впровадженню сучасного комплексу динамічного захисту «Релікт» з елементами 4С23 та реалізації конструктивних рішень, спрямованих на зменшення вразливості верхньої півсфери. Водночас результати аналізу свідчать про вкрай обмежений розвиток активної складової захисту: у серійному виконанні встановлюється лише СПЗ ТШУ-1-2М, повноцінні КАЗ і бортові засоби РЕБ відсутні, що знижує потенціал машини у протидії сучасним загрозам.

Запропонована модель кількісної оцінки ефективності систем захисту бронетехніки на основі зонального підходу дозволяє комплексно враховувати частоту та критичність уражень, конструктивні особливості різних проекцій машини, а також внесок окремих підсистем – динамічного та пасивного захисту, демпферних вузлів, системи постановки завіс і засобів маскуванню. Її використання дає можливість об'єктивно порівнювати однотипні зразки різних поколінь і визначати реальний приріст живучості без залучення неперевіраних або оціночних даних.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на розвиток методичного апарату зонального підходу – уточнення математичних залежностей, розширення набору характеристик, які враховують інтегровану взаємодію підсистем, та створення розрахунково-експериментальної бази для повної верифікації моделі. Наступним етапом має бути застосування цієї методики для оцінювання ефективності комплексованих систем захисту, що поєднують активні, динамічні та пасивні елементи у єдиній архітектурі живучості бойових броньованих машин.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Міністерство оборони України. Аналітична довідка щодо впливу БпЛА на бойові дії. Київ: МОУ. 2024. 27 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mil.gov.ua/diyalnist/analitichni-materiali.html> (дата звернення: 20.09.2025).
2. Почечун О.О., Чванов С.Ю., Карпенко О.С. Еволюція загроз для бронетанкової техніки на сучасному полі бою. 36. наук. пр. Київ: ЦНДІ ОБТ ЗС України. 2023. Вип. 4 (91). С. 76—80.
3. ЦНДІ ОБТ ЗС України. Звіт за результатами проведення науково-технічної експертизи основного бойового танка Т-90М «Прорив». Інв. № 40 н/т. Київ. 2025. 84 с.
4. Військова частина А4629. Звіт за результатами досліджень фрагменту спеціального маскувального комплексу «Накидка» трофейного зразка російського танка Т-90М «Прорив». Київ. 2023. 27 с.
5. Товариство з обмеженою відповідальністю «Науково-виробниче підприємство хімічних продуктів». Звіт-довідка за результатами дослідження хімічного складу порохів і вибухових речовин із зразків російського озброєння. Роботи виконані на підставі службової записки 12/09-01 від 29.04.22. Шостка. 2024. 27 с.
6. Basmacı, M. & Saklakoglu, I. E. (2025). Classification of modern armor steels, history, material properties and heat treatment procedures. *Machines, Technologies, Materials: Intern. Scient. J. Iss. 3*. Pp. 105–110. <https://doi.org/10.55630/mtm.2025.3.105>.
7. Cimperu, S. J. (2016). *The Mechanical Metallurgy of Armour Steels*. Victoria: Defence Science and Technology Group. 58 p. (Report No. DST-Group-TR-3305).
8. U.S. Department of Defense. MIL-DTL-46100E (MR): Armor Plate, Steel, Wrought, High-Hardness. Washington, D.C.: U.S. DoD, 2008. 22 p.
9. Watling, J. & Bronk, J. (2024). *Protecting the Force from Uncrewed Aerial Systems*. London: Royal United Services Inst. (RUSI). 42 p.
10. IISS. *The Military Balance 2024*. London: Routledge. Intern. Inst. for Strategic Studies. 2024. Available at: <https://www.iiss.org/publications/the-military-balance/2024/the-military-balance-2024> (дата звернення: 20.10.2025).
11. SIPRI. *Armament Report 2024*. Stockholm: Stockholm Intern. Peace Research Inst. 2024. Available at: <https://www.sipri.org/yearbook/2024> (дата звернення: 21.10.2025).

REFERENCES

1. “Ministerstvo obrony Ukrainy. Analitichna dovidka shchodo vplyvu BpLA na boiovi dii” [Analytical brief on the impact of UAVs on combat operations]. K.: Ministry of Defense of Ukraine. 2024. 27 p. Available at: <https://www.mil.gov.ua/diyalnist/analitichni-materiali.html> (accessed: Sept., 20. 2025).
2. Pochechun, O.O., Chvanov, S.Yu. & Karpenko, O.S. (2023). “Evolutsiia zahroz dlia bronetankovoi tekhniki na suchasnomu poli boiu” [Evolution of threats to armored vehicles on the modern battlefield]. *Coll. of Scient. Works of the Central Scientific Research Inst. of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine*. № 4(91). Pp. 76—80.

3. TsNDI OVT ZS Ukrainy. "Zvit za rezultatamy provedennia naukovo-tekhnichnoi ekspertyzy osnovnogo boiovoho tanka T-90M «Proryv»" [Report on the results of the scientific and technical examination of the T-90M «Proryv» main battle tank]. Inv. No. 40 NT. K. 2025. 84 p.
4. Viiskova chastyna A4629. "Zvit za rezultatamy doslidzhen frahmentu spetsialnogo maskovalnogo komplektu «Nakydka» trofeinoho zrazka rosiiskoho tanka T-90M «Proryv»" [Report on the results of the study of a fragment of the special camouflage set «Nakydka» from a captured russian T-90M «Proryv» tank]. K. 2023. 27 p.
5. Tovarystvo z обмеженоiu vidpovidalnistiu «Naukovo-vyrobnyche pidpriemstvo khimichnykh produktiv» "Limited Liability Company «Scientific-Production Enterprise of Chemical Products». Zvit-dovidka za rezultatamy doslidzhenia khimichnogo skladu porokhiv i vybukhovyykh rechovyn iz zrazkiv rosiiskoho ozbroiennia. Roboty vykonani na pidstavi sluzhbovoi zapysky 12/09-01 vid 29.04.2022" [Report–Summary of the study of the chemical composition of propellants and explosive materials from samples of russian armament. Work performed on the basis of service note 12/09-01 dated 29 Apr. 2022]. Shostka: LLC «Scientific-Production Enterprise of Chemical Products». 2024. 6 p.
6. Basmaci, M. & Saklakoglu, I. E. (2025). Classification of modern armor steels, history, material properties and heat treatment procedures. *Machines, Technologies, Materials: Intern. Scient. J. Iss. 3*. Pp. 105–110. <https://doi.org/10.55630/mtm.2025.3.105>.
7. Cimpoeu, S. J. (2016). *The Mechanical Metallurgy of Armour Steels*. Victoria: Defence Science and Technology Group. 58 p. (Report No. DST-Group-TR-3305).
8. U.S. Department of Defense. MIL-DTL-46100E (MR): Armor Plate, Steel, Wrought, High-Hardness. Washington, D.C.: U.S. DoD. 2008. 22 p.
9. Watling, J. & Bronk, J. (2024). *Protecting the Force from Uncrewed Aerial Systems*. London: Royal United Services Inst. (RUSI). 42 p.
10. IISS. *The Military Balance 2024*. London: Routledge. Intern. Inst. for Strategic Studies. 2024. Available at: <https://www.iiss.org/publications/the-military-balance/2024/the-military-balance-2024> (accessed: 20.10.2025).
11. SIPRI. *Armament Report 2024*. Stockholm: Stockholm Intern. Peace Research Inst. 2024. Available at: <https://www.sipri.org/yearbook/2024> (accessed: 21.10.2025).

**Pochechun O.O., Larin O.Yu.,
Chvanov S.Yu.**

**COMPREHENSIVE ANALYSIS OF THE
PROTECTION SYSTEMS OF THE T-90M
«PRORYV» MAIN BATTLE TANK**

The article presents the results of a comprehensive technical and comparative analysis of the protection systems of the russian T-90M «Proryv» main battle tank, based on the study of a captured specimen and laboratory tests of its individual components. The research aimed to identify the actual technical configuration of the dynamic, passive, and auxiliary protection systems, evaluate their efficiency using

a zonal approach, and determine the real technological advancement of the russian tank protection school relative to previous generations.

The analysis revealed that the primary improvement of the T-90M compared to the T-90S lies in the implementation of the «Relikt» explosive reactive armor (ERA) with 4S23 explosive elements, which ensures expanded coverage of the upper hemisphere and improved protection against tandem-charge warheads. Laboratory studies of the 4S23 composition confirmed the use of an RDX-based explosive with polymer binder and plasticizer, providing higher thermal stability and reduced sensitivity to small-caliber impacts. The use of damping assemblies for mounting ERA blocks significantly reduces shock loads on the turret roof, increasing the vehicle's structural survivability. Complementary systems such as the TShU-1-2M smoke-screening system and the «Nakidka» camouflage kit contribute to lowering detection probability in optical, infrared, and radar spectra.

Quantitative evaluation based on the zonal efficiency model demonstrated an integrated protection improvement of approximately 35–40 % relative to the T-90S, primarily due to the enhanced protection of the turret roof area. However, the study also indicates the absence of full-fledged active protection systems (APS) and onboard electronic countermeasures (ECM) in production T-90M tanks, which limits their resistance to modern high-precision threats such as top-attack munitions and FPV drones.

The developed zonal assessment methodology enables objective comparison of armored vehicles across generations, taking into account the frequency and criticality of hits on different projections and the contribution of individual subsystems. The findings provide a scientific basis for future R&D on integrated protection architectures combining active, dynamic, and passive elements to enhance the overall survivability of armored combat vehicles.

***Keywords:** T-90M «Proryv», protection level, protection system, camouflage, FPV drones, survivability, effectiveness assessment.*

Відомості про авторів:

Почечун Олександр Олександрович

начальник науково-дослідного відділу розвитку озброєння та військової техніки бронетанкових, механізованих та високомобільних військ науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-0749-3317>
e-mail: gjtxey1974@gmail.com

Ларін Олександр Юрійович

начальник науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ Україна

<https://orcid.org/0000-0001-6933-850X>
e-mail sanlarin@ukr.net

Чванов Сергій Юрійович

старший науковий співробітник науково-дослідного відділу розвитку озброєння та військової техніки бронетанкових, механізованих та високомобільних військ науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-0794-2039>
e-mail: ychvanov@ukr.net

Information about the authors:

Pochechun Olexandr

Head of the Research Section for the Development of Armoured, Mechanized and High-Mobility Forces Weaponry and Equipment, Research Department for the Development of Army Weaponry and Equipment, Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine Kyiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-0749-3317>
e-mail: gjxtxey1974@gmail.com

Larin Olexandr

Head of Directorate for Scientific Research of Armament and Military Equipment of the Army of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-6933-850X>
e-mail sanlarin@ukr.net

Chvanov Sergii

Senior Research Officer
Research Department for the Development of Army Weaponry and Equipment
Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-0794-2039>
e-mail: ychvanov@ukr.net

Стаття надійшла до редколегії 10.12.2025.

Стаття прийнята до друку після рецензування 13.02.2026.

Стаття опублікована 30.03.2026.