

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ОСКОЛКОВИХ ПОЛІВ РАДІАЛЬНО-ОСЬОВИХ ОСКОЛКОВО-ФУГАСНИХ СНАРЯДІВ НА ЖИВУ СИЛУ ПРОТИВНИКА

З урахування досвіду російсько-Української війни спостерігається тенденція браку засобів ураження живої сили противника, яка у свою чергу є достатньо захищеною. Для ураження малих груп противника широкого застосування набули безпілотні системи які є досить мобільними, точними та легкими у використанні, здатні переносити широкий спектр засобів ураження в залежності від характеру цілі. Проте при більшій широкомасштабних і масивних наступальних діях противник активно застосовує засоби радіо-електронної боротьби, де безпілотні системи виявляються безсилями. Проте основними найбільш ефективними засобами знищення ворожої піхоти залишаються радіально-осьові осколково-фугасні снаряди. Враховуючи співвідношення вартості ворожого піхотинця, який у свою чергу знаходиться в сучасних засобах бронезахисту, та співвідношення собівартості відлитих з відповідної марки сталі з певними домішками радіально-осьового осколково-фугасного снаряду потрібного калібру співвідношення економічних затрат залишаються задовільним.

У статті проведено аналіз впливу осколкових полів радіально-осьових осколково-фугасних снарядів на живу силу противника, яка перебуває в сучасних засобах бронезахисту. Проаналізовано характер дії осколкових полів радіально-осьових осколково-фугасних снарядів. Проведений аналіз показав, що найбільш ймовірним засобом ураження живої сили противника яка перебуває в сучасних засобах бронезахисту чи укриттях легкого типу є артилерійські системи, що ведуть вогонь радіально-осьовими осколково-фугасними снарядами. Таким чином в статті запропоновано аналітичний вираз, який описується законом Пуассона, що дає можливість характеризувати ймовірність ураження живої сили противника, яка знаходиться в сучасних засобах бронезахисту чи укриттях легкого типу за умови що особовий склад противника перебуває в зоні ураження осколкового поля радіально-осьового осколково-фугасного снаряду. Аналітичний вираз може бути використаний як для оцінки вражаючої дії осколкового поля на живу силу противника в сучасних засобах бронезахисту чи укриттях легкого типу так і для оцінки вражаючої дії радіально-осьових осколково-фугасних боєприпасів в цілому.

Ключові слова: осколкові поля, ймовірність, ураження, радіально-осьові осколково-фугасні снаряди, осколок, закон Пуассона, снаряд.

Вступ та постановка проблеми. Як показав досвід російсько-української війни та аналіз опрацьованих джерел, найбільш ефективними засобами ураження живої сили противника залишаються радіально-осьові осколково-фугасні (РООФ) снаряди. Адже цей тип снарядів один з небагатьох, який може ефективно уражати живу силу противника, індивідуальний бронезахист якої постійно покращується.

В нашій статті ми запропонували аналітичний вираз, який описується законом Пуассона. Це дає можливість охарактеризувати ймовірність ураження живої сили противника.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результат проведеного аналізу наукових джерел та праць показали, що відповідно до проведених досліджень існуючих типів боєприпасів найбільш ймовірними засобами ураження живої сили противника є артилерійські системи [1], що ведуть вогонь РООФ боєприпасами [2]. Таким чином для живої сили основним фактором враження є осколкове поле. На теперішній час характер руйнування навантажених вибухом циліндричних оболонок достатньо вивчений. Значний внесок в вивчення характеру вибуху, дроблення оболонки на осколкові фракції зробили В.В. Селіванов [8]. Літвінчук Р. В., Левченко А. О. та Клименко В. В. в своїх статтях [3, 9]

дослідили основні чинники, які визначають ймовірність ураження елементів моторного та бойового відділення легкоброньованої техніки при впливі осколкових боеприпасів. Однак в своїй роботі вони недостатньо дослідили вплив осколків на живу силу противника яка знаходиться в легкоброньованій техніці.

Метою статті є наведення аналітичного виразу, застосування якого дозволить оцінити дію осколкових полів РООФ снарядів на живу силу противника, яка знаходиться в сучасних засобах бронезахисту чи укриттях легкого типу.

Виклад основного матеріалу. Залежно від характеру дії осколкового поля осколки можуть мати наступні особливості:

Природні (кругові осьові) утворюються переважно з снарядів виготовлених у результаті цілісного відливання корпусу. В залежності від марки та сплаву сталі залежить розмір осколку, але напрямок дії основної маси осколкового поля та їх кількість є не передбачуваною [10].

Прогнозовані (радіально-направлені) поля летальні можливості яких можна описати та спрогнозувати за допомогою математичного методу дослідження фактично поля заданого дроблення. Принцип дій таких полів обумовлений якістю сталі виготовлення, конструкцією бойової частини снаряду (з готовим забійним елементом, вкрапленням іншого матеріалу, насічки, отвори та ін.). Правильно прогнозована конструкція дає можливість прогнозувати та задавати процес дроблення, здійснювати оцінку летальності за рахунок прогнозованої маси та кількості осколків [10].

Наростаючі, поглинаючі осколкові поля утворюються у результаті інтерференції хвиль (зовнішні, бокові, фронтальні та ін.) які утворюються у наслідок процесу детонації вибухової речовини (фізика зриву). Корпус снаряду під дією внутрішнього тиску починає набувати певної деформації як наслідок у місцях тріщин вивільняються продукти внутрішнього вибуху які у подальшому при утворенні осколкового поля можуть як підсилюватися так і поглиналася в залежності від того як дані хвилі будуть накладатися одна на одну. Саме цей фактор фізичного процесу визначає потужність ударної хвилі та підсилення кінетичної енергії продуктів вибуху [9, 12].

Низькошвидкісними осколковими полями прийнято вважати осколкові поля швидкість яких не перевищує 300 м/с, фактично це поля дозвуківі. Такі поля мають місце на не великій відстані від епіцентру вибуху коли продукти вибуху стрімко втрачають кінетичну енергію, але окремі осколки за рахунок своєї маси зберігають достатню летальність [8].

Високошвидкісними осколковими полями слід вважати осколкові поля швидкість яких перевищує 300 м/с, фактично це поля які діють до 0,5 радіусів від калібру снаряду. Дані осколкові поля мають високу швидкість, продукти вибуху підсилюються ударною хвилею, у результаті чого осколкове поле набуває максимальної летальності за рахунок стрімкого зростання кінетичної енергії.

Внаслідок впливу вражаючих факторів осколкового-поля РООФ боеприпасів жива сила противника зазнає санітарних втрат, а легкі укриття руйнування. Вражаючими факторами забезпечення такого результату при підриві РООФ боеприпасів є [7, 11]:

- газоподібні продукти вибуху;
- ударна хвиля;
- осколкове поле;

Кожен з окремо взятих факторів або їх сукупність сприяє санітарним втратам. Залежно від точності влучання, потужності та властивостей бойових частин снарядів, а також від характеристик самих захисних об'єктів результату можуть відрізнятися. Елементи об'єктів вражаються в результаті:

- фугасної дії під час вибуху боеприпасів в повітрі або на земній поверхні;
- осколкової дії під час вибуху боеприпасів в повітрі або на поверхні;
- ударної дії при прямому влучанні боеприпасів в об'єкт, проникненні в ґрунт;
- сейсмічної дії під час вибуху боеприпасів в ґрунті.

Саме осколкова та осколково-фугасна дія боєприпасів забезпечують найбільшу летальність та санітарні втрати в противника. Саме через це ми вважаємо доцільним проаналізувати осколково-фугасну дію РООФ боєприпасів.

Фугасною дією називають нищівну силу боєприпасу, що вибухнув в повітрі або ґрунті на деякій відстані від об'єкта (цілі). На відносно малих відстанях від епіцентру вибуху боєприпасу до об'єкта фугасна дія обумовлюється дією газоподібних продуктів вибуху. При збільшенні цієї відстані вона являє собою спільну дію газоподібних продуктів вибуху і ударної хвилі, що утворилася під час вибуху. На досить великих відстанях фугасна дія зумовлена лише дією ударної хвилі [3]. Таким чином вплив продуктів вибуху проявляється на відстанях, рівних 12 - 16 радіусів дії заряду, а спільна дія продуктів вибуху і ударної хвилі проявляється на відстанях близько 20 радіусів. Радіус дії заряду може бути знайдений за загально відомою формулою.

$$R_0 = B \sqrt{\frac{3}{4\pi\beta_{вр}}} M, \quad (1)$$

де $\beta_{вр}$ – густина вибухової речовини боєприпасу;

M – маса заряду.

Розрахунки за формулою (1) радіусів дії зарядів боєприпасів, мають широке застосування під час розрахунків з метою нанесення ударів по живій силі противника в ході ведення бойових дій. Також вона переважно вказує, що радіуси дії продуктів вибуху цих снарядів 122 мм., 152 мм., 155 мм., 82 мм., 120 мм., знаходяться в межах 4-6 м., а радіуси спільної дії продуктів вибуху і ударної хвилі 5-8 м. Але таке рішення не завжди є вірним оскільки прийнято вважати що ефективність осколкового поля РООФ снаряду рівна 0.5 радіуса від калібру [6].

Досвід бойових дій показав, що кругові помилки точок влучання 122 мм., осколково-фугасні снаряди самохідних гаубиць 2С1 а також міни калібрів 82 мм. і 120 мм., та інших пострадянських калібрів становить 50-500 м.

З зазначеного вище, можна зробити висновок, що зони дії продуктів вибуху і ударної хвилі порівняно невеликі відносно кругових помилок точок попадання РООФ боєприпасів. З цього можна зробити висновок, що фугасна дія не є основним вражаючим фактором для ураження живої сили противника. Отже жива сила противника переважно вражається осколковими полями РООФ снарядів.

Під час детонації РООФ боєприпасів окрім продуктів вибуху та ударної хвилі утворюються осколкові поле, які є продуктом дроблення корпусу РООФ боєприпасів. Осколки, що утворилися розлітаються в різні боки від точки вибуху і при попаданні в ціль здатні нанести різні ушкодження.

В першу чергу ефективність осколкового поля залежить від наступних конструктивних параметрів самої бойової частини: форма і властивості металу корпусу, коефіцієнт наповнення, властивості вибухової речовини, загальна вага, особливості конструкції і т.д.

Вище враховане визначає такі фактори як:

- вагу осколків, які утворюються під час вибуху та їх загальну кількість;
- початкову швидкість осколків і характер їх розльоту в просторі.

Ефективність дії осколкового поля залежна від: вражаючої дії осколків, відстані до цілі, орієнтації осі боєприпасу щодо цілі (кута зустрічі з площиною землі).

Таким чином, під час ведення інтенсивних бойових дій із застосуванням усіх наявних засобів ураження найбільшу кількість втрат у живій силі противника забезпечують саме РООФ боєприпаси.

Основна увагу статті спрямована на оцінку вражаючої дії осколкового поля РООФ снарядів та їх впливу на живу силу противника, яка перебуває в сучасних засобах бронезахисту.

Для визначення ймовірності ураження цілі РООФ боєприпасами необхідно попередньо встановити в чому конкретно проявляється нищівна сила осколкового поля, яке потрапило в ціль.

Існує три основних види вражаючої дії осколків [4]:

- пробивна дія;
- запалювальна дія;
- ініціююча дія.

Прояв того чи іншого виду вражаючої дії осколку зумовлений конструктивним особливостями укриття (індивідуального захисту) та місця розташування живої сили противника, наприклад, запальні дії характерні при попаданні осколків в резервуари з палим або інші легкозаймисті речовини, а ініціюють дії - при ураженні боєкомплекту, чи інших засобів ураження. Вражаюча дії осколку проявляється в пробивній дії.

Таким чином вражаюча дію осколкового поля корелюється з імовірністю ураження живої сили противника наступним співвідношенням:

$$P_{урпр} = 1 - \prod_{i=1}^I (1 - P_{урi}), \quad (2)$$

де I – кількість живої сили противника;

$P_{урi}$ – ймовірність ураження i -го бійця противника;

$P_{урпр}$ – ймовірність ураження живої сили противника.

Співвідношення (2) виконується тоді, коли вражається задовільна кількість живої сили противника яка знаходиться в радіусі дії осколкового поля РООФ снаряду (їх можна назвати критичними і не критичними) ураження хоча би одного бійця знизить боєздатність живої сили противника. Ураження від 30% зробить підрозділ не боєздатним. Так, ймовірність ураження задовільної кількості живої сили противника може бути розрахована зі співвідношення:

$$P_{урпр} = 1 - [\prod_{i=1}^I (1 - P_{урi})] [1 \times C_k^\ell P_{урj}^\ell], \quad (3)$$

де $P_{урпр}$ – ймовірність ураження живої сили противника;

$P_{урi}^\ell$ – ймовірність ураження i -го ворожого піхотинця;

$P_{урj}^\ell$ – ймовірність ураження j -го ворожих піхотинців);

I – не критичні санітарні втрати;

ℓ – критичні санітарні втрати, які необхідно уразити, щоб ворожий підрозділ перестав функціонувати;

K – загальна кількість живої сили противника.

Якби число осколків, які влучили в живу силу противника, можна було точно визначити, то ймовірність ураження живої сили противника можна було розрахувати за формулою:

$$P_{урi} = 1 - [1 - P_{урi}(1)]^{n_i}, \quad (4)$$

де $P_{урi}(1)$ – ймовірність ураження i -го піхотинця одним осколком;

n_i – число потрапивших в живу силу противника осколків.

Практично при постійній середній густині осколкового поля в потоці осколків є деякі випадковим чином розташовані неоднорідності «згустки». Розташування живої сили противника в осколковому полі також є випадковим.

Отже, в розглянутий сектор перебування живої сили противника може потрапити різна кількість осколків. З теорії ймовірності відомо, що якщо точки попадання осколків розподілені на площині статистично рівномірно і незалежно один від одного, то закон

розподілу числа осколків, що потрапили в живу силу противника описується законом Пуассона. Дослідні дані свідчать про те, що закон розподілу числа осколків, які потрапили в живу силу противника, кутові розміри яких малі в порівнянні з шириною сектора розльоту осколків, дійсно близький закону Пуассона [5]. Так як сучасні засоби розвідки артилерійських підрозділів здатні забезпечити стрільбу з помилкою, більше, ніж розміри живої сили, чи укриття противника, тому з'ясувалося, що закон розподілу осколків на площині укриття можна вважати законом Пуассона, а координатний закон ураження живої сили противника має вигляд [5].

$$P_{ypp} = 1 - e^{-\bar{m}P_{ypp}}(1), \quad (5)$$

де $P_{ypp}(1)$ – ймовірність ураження живої сили противника одним осколком, який потрапив в нього; яка може бути визначена аналогічним чином із співвідношення (3), де під $P_{yri}(j)$ розуміється ймовірність ураження i -го (j -го) піхотинця противника одним осколком, що потрапив в нього;

\bar{m} – середнє число осколків, що уразили живу силу противника.

Зі співвідношень (5), (3) випливає, що для прогнозування нанесення втрат живій силі противника за рахунок дії осколкових полів РООФ снарядів необхідно обчислити ймовірності ураження його одним осколком $P_{yri}(j)^{(1)}$ і середнє число осколків що потрапило в місце скупчення живої сили противника.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Отже сучасний рівень розвитку науки та техніки дає змогу дослідити ефективність осколкових полів РООФ снарядів та їх вплив на живу силу противника математичними та експериментальними методами. А також розробити чи удосконалити існуючі наукові методи (методики) з метою більш глибокого та детального дослідження структури осколкових полів. Проте поєднання у подальшому даних методів (методик) з аналітичними виразом, надають можливості характеризувати ймовірності ураження живої сили противника яка знаходиться в сучасних засобах бронезахисту чи укриттях легкого типу.

Отже, даний аналітичний вираз можна використати як для оцінки летальності осколкових полів, так і для оцінки вражаючої дії РООФ боєприпасів на живучість підрозділів противника який знаходиться в сучасних засобах бронезахисту чи укриттях легкого типу в цілому.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Греков В. П., Журавльов О. О., Ткаченко Ю. А. Метод оцінки розміру приведеної площі осколкового ураження касетної бойової частини реактивного снаряду з осколково-фугасними бойовими елементами. Системи озброєння і військова техніка. 2019. №1 (57). С. 77-84 .
2. Сидоренко Ю.М. Особливості процесу вибухового метання осколкоутворюючих дисків, що входять до складу осколково-пучкового снаряда. *Зб. наук. праць Академії ВМС ім. П.С. Нахімова*. 2012. Вип. № 1(9). С. 86–99.
3. Літвінчук Р. В., Левченко А. О. Графо-аналітичний метод визначення ймовірності ураження елементів моторного та бойового відділення легко броньованої техніки загальновійськових підрозділів. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2021. Вип. № 2 (8). С. 63 – 71.
4. Кушнір О. О., Кушнір В. П. Дослідження властивостей високонадійної системи із захистом у випадку Пуассонівського процесу відновлення. *Theory of Probability and Mathematical Statistics*. 2017. № 96, С. 125-130.
5. Catovic A., Kljuno E. A novel method for determination of lethal radius for high-explosive artillery projectiles. *Defence Technology*. 2021. № 17. Pp. 1217 – 1233 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214914720303834?via%3Dihub> (дата звернення: 29.07.2024).

6. Андреев С. Г., Бабкин Ю. А., Баум Ф. А. Физика взрыва в 2 т. Т. 1. Москва, 2002. 832 с.
7. Курепин А.Е., Мансуров С.Н., Воротынцева И.В., Краснов А.А., Исаев Г.Ш., Чернов А.Я. Определение характеристик низкоскоростных (до 300 м/с) осколочных полей поражения. *Вестник Концерна ВКО «Алмаз – Антей»*. 2016. Вып. 4. С. 58-63.
8. Селиванов В.В. Боеприпасы. В 2 томах. Т. 1. Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. 506 с.
9. Літвінчук Р. В., Левченко А. О., Клименко В. В. Вплив вражаючої дії осколкових боеприпасів на елементи об'єктів і легко броньовану техніку підрозділів. *Системи озброєння і військова техніка*. 2021. № 3(67). С. 19-23.
10. Ткачук П.П., Чумакевич В.О., Дробан О.М., Федор Б.С., Евдокимов П.М. Боеприпасы: Львів. 2011. 319 с.
11. Журавлев А.А., Орлов С.В. Обґрунтування значення площі досвідного ураження цілі в засобах ураження, оснащеними осколочно-фугасними боеприпасами. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. Харків. 2012, Вип. 3(9) С. 176-178.
12. Бричинський О.В., Окіпняк Д.А., Малюк В.М., Бурашніков О.О., Ковальов Г.Г, Фарбота А.І., Нецадін О.В., Головатий Р.М. Вибухова справа. Львів. 2023. 488с.

REFERENCES:

- 1.Hrekov, V. P., Zhuravlov, O. O. and Tkachenko, Yu. A. (2019), “Metod otsinky rozmiru pryvedenoї ploshchi oskolkovoho urazhennia kasetnoi boiovoi chastyny reaktivnoho snariadu z oskolkovo-fugasnyimi boiovyimi elementamy” [The method of estimating the size of the reduced area of fragmentation damage of the cluster warhead of a rocket projectile with high-explosive warheads], *Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika*, No. 1(57), pp. 77-84.
- 2.Sydorenko, Yu. A. (2012). “Osoblyvosti protsesu vybukhovoho metannia oskolkoutvoriuiuchykh dyskiv, shcho vkhodiat do skladu oskolkovo-puchkovoho snariada” [Peculiarities of the process of explosive throwing of fragmentation discs that are part of a fragmentation-beam projectile]. *Zb. nauk. prats Akademii VMSim. P.S. Nakhimova* No. 1(9), pp. 86–99.
- 3.Litvinchuk, R. V. and Levchenko, A. O. (2021). “Hrafo-analitychnyi metod vyznachennia ymovirnosti urazhennia elementiv motornoho ta boiovoho viddilennia lehkho bronovanoi tekhniki zahalnoviiskovykh pidrozdiliv” [A graph-analytical method of determining the probability of damage to the elements of the motor and combat department of lightly armored vehicles of the combined military units.]. *Zbirnyk naukovykh prats Derzhavnogo naukovo-doslidnogo instytutu vyprobuvan i sertyfikatsii ozbroiennia ta viiskovoi tekhniki*, No. 2 (8), pp. 63 – 71.
- 4.Kushnir, O. O. and Kushnir, V. P. (2017). “Doslidzhennia vlastyvostei vysokonadiinoi systemy iz zakhystom u vypadku Puasonivskoho protsesu vidnovlennia” [Investigation of the properties of a highly reliable system with protection in the case of a Poisson recovery process]. *Theory of Probability and Mathematical Statistics*, No. 96, pp. 125-130.
- 5.Catovic, A. and Klijuno, E. (2021). “Novel method for determination of lethal radius for high-explosive artillery projectiles”. *Defence Technology*, No.17, pp. 1217 – 1233 Retrieved from URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214914720303834?via%3Dihub>.
- 6.Andreev, S. H., Babkin, Yu. A. and Baum, F. A. (2002). “Fizika vzryva” v 2 t [Physics of Explosion in 2 volumes]. (Vol. 1). Moskwa: Fizmatlit, 832 p.
- 7.Kurepin, A. E., Mansurov, S. N., Vorotynceva, I. V., Krasnov, A. A, Isaev, G. Sh. and Chernov, A. Ya. (2016). Opredelenie harakteristik nizkoskorostnyh (do 300 m/s) oskolochnyh polej porazheniya [Determination of the characteristics of low-speed (up to 300 m/s) fragmentation fields of destruction.]. *Vestnik Koncerna VKO «Almaz – Antej»*, No. 4, pp. 58-63.
- 8.Selivanov, V. (2016) Boepripasy. V 2 tomah [Ammunition in 2 volumes]. (Vol. 1). Moskwa: MHTU im. N. E. Baumana, 506 p.
- 9.Litvinchuk, R. V., Levchenko, A. O. and Klymenko, V. V. (2021). Vplyv vrazhaiuchoi dii oskolkovykh boieprypasiv na elementy obiektiv i lehkho bronovanu tekhniku pidrozdiliv [The impact of the

impact of fragmentation munitions on the elements of the objects and the lightly armored vehicles of the units]. *Systemy ozbroienia i viiskova tekhnika*. No. 3(67), pp. 19-23.

10. Tkachuk, P.P., Chumakevych, V.O., Droban, O.M., Fedor, B.S. and Evdokymov P.M. (2011). "Boieprypasy". [Ammunition]. 319 p.

11. Zhuravliev, A.A. and Orlov S.V. (2012). "Obgruntuvannia znachennia ploshchi dosvidnoho urazhennia tsili zasobamy urazhennia, osnashchenymy oskolochno-fuhasnymy boieprypasamy"[Substantiation of the value of the area of experimental target destruction in the means of destruction equipped with high-explosive munitions]. *Science and Technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine*, No. 3(9), pp 176-178.

12. Brychynskiy, O.V., Okipniak, D.A., Maliuk, V.M., Burashnikov, O.O., Kovalov, H.H, Farbota, A.I., Neshchadin, O.V. and Holovatyi, R.M. (2023). "Vybukhova sprava"[Explosives business]. National Academy of Land Forces. 488 p.

Dr. Tech. Sci. Yakovenko V. V., Ivantsov V. P., Makalish O. V.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF FRAGMENT FIELDS RADIAL-AXIAL FRAGMENT-EXPLOSIVE PROJECTILE ON THE ENEMY'S MANPOWER

Taking into account the experience of the Russian-Ukrainian war, there is a trend of a lack of means of defeating the enemy's manpower, which in turn provides sufficient protection. To defeat small groups of the enemy, unmanned systems have become widely used, which are quite mobile, accurate and easy to use, capable of carrying a wide range of means of destruction, depending on the nature of the target. However, with large-scale and massive offensive actions, the enemy actively uses radio-electronic warfare, where unmanned systems are powerless, but radial-axial high-explosive shells remain the main and most effective means of destroying enemy infantry. Taking into account the ratio of the cost of an enemy infantryman who is in modern means of armor protection and the ratio of the cost of cast from the appropriate grade of steel with certain impurities of a radial-axial high-explosive projectile of the required caliber, the ratio of economic costs remains favorable.

The article analyzes the impact of the fragmentation fields of radial-axial high-explosive projectiles on the enemy's manpower, which is in modern means of armor protection. The nature of the effect of the fragmentation fields of radial-axial high-explosive projectiles is analyzed. The conducted analysis showed that the most likely means of defeating the enemy's manpower, which is in modern means of armor protection or light shelters, are artillery systems firing radial-axial high-explosive shells. Thus, the article offers an analytical expression described by Poisson's law, which makes it possible to characterize the probability of damage to the enemy's manpower located in modern means of armor protection or light-type shelters, provided that the enemy's personnel is in the zone of damage of the fragmentation field of the radial-axial high-explosive fragmentation field projectile. The analytical expression can be used both to estimate the striking effect of the fragmentation field on the enemy's manpower in modern means of armor protection or light-type shelters, and to estimate the striking effect of radial-axial high-explosive munitions in general.

Keywords: *fragmentation fields, probability, damage, radial-axial high-explosive projectiles, fragment, Poisson's law, projectile.*