

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ЙМОВІРНОСТІ ОТРИМАННЯ БОЙОВОЇ ТРАВМИ ПРАЦІВНИКОМ СИЛ БЕЗПЕКИ В УМОВАХ ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ ПРОТИВНИКА

Розглянуто питання визначення ймовірності отримання бойової травми працівником сил безпеки в умовах вогневого впливу противника. Удосконалено метод визначення ймовірності отримання бойової травми працівником сил безпеки в умовах вогневого впливу противника, який на відміну від відомих методів урахує наявність якісних змін захищеності працівника сил безпеки відповідними захисними елементами залежно від характеристик засобів ураження противника та відстані їх застосування. Установлено, що у разі одночасного застосування противником кількох зразків зброї по одній цілі значущість засобів індивідуального бронезахисту може суттєво знижуватися, а показники захищеності та маневреності працівника сил безпеки стають істотно взаємосуперечливими.

Ключові слова: бойова травма, кулестійкість, ймовірність ураження цілі, захищеність, захисний елемент, засоби індивідуального бронезахисту.

Постановка проблеми. В умовах сьогодення на сили безпеки покладається широкий спектр завдань, що охоплюють участь у спеціальних операціях, спрямованих на нейтралізацію озброєних злочинців, припинення незаконної діяльності воєнізованих або збройних формувань, а також організованих злочинних груп та угруповань на території України. Крім цього, вони залучаються до участі у заходах, спрямованих на протидію терористичній діяльності та відсічі збройної агресії проти України, що набуває дедалі більшої актуальності в контексті сучасних загроз національній безпеці [1].

Виконання зазначених завдань нерозривно пов'язане з потенційною загрозою застосування противником засобів ураження різного типу, що потребує певного рівня захищеності, який забезпечує належний рівень живучості працівників сил безпеки (ПСБ).

Найімовірнішими причинами втрати живучості ПСБ в умовах вогневої протидії противника є отримання бойової травми внаслідок ураження різноманітними засобами ураження [поражаючими елементами (ПЕ)]. З іншого боку, на живучість ПСБ впливають інші чинники, серед яких, зокрема, рівень втоми [2, 3]. З огляду на те, що клас захисту засобів індивідуального бронезахисту (ЗІБ) впливає на захищеність ПСБ прямо, а на його функціональні властивості – зворотно [4, 5], виникає необхідність у визначенні раціональних характеристик ЗІБ. При цьому є потреба й у визначенні ймовірності отримання бойової травми ПСБ в умовах вогневого впливу противника.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У цілому у вітчизняних виданнях приділяється достатньо уваги питанню розрахунків ймовірності ураження живої сили різноманітними засобами ураження.

Так, у праці [6] розглянуто актуальність ураження захищених цілей противника в умовах ведення бойових дій. Досліджено взаємозалежності енергетичних і силових характеристик типових куль вітчизняних і зарубіжних виробників на відстані стрільби зі стрілецької зброї (у межах прямого пострілу) з метою пошуку оптимальної ефективної відстані стрільби по захищених цілях. Оцінено відомі механізми ураження цілі, а також визначено, на якій відстані стрільби домінує той чи інший механізм ураження.

У науковій статті [7] опубліковано результати досліджень зміни очікуваної кількості патронів, необхідної для ураження захищеної цілі залежно від виду зброї та типу патрона на відстані ефективної стрільби зі стрілецької зброї. Наведено огляд залежності ймовірності ураження захищеної цілі та очікуваної кількості патронів від класу захисної структури бронезиловця. Розглянуто актуальність ураження цілей противника, які захищені засобами індивідуального броньованого захисту, виготовленими із високоякісних полімерних матеріалів «Арус» і «Русар».

Оцінювання захисної здатності цілі, що знаходиться у ЗІБ, на дистанції стрільби у межах дальності прямого пострілу відображено у статті [8]. Воно проводиться на основі оцінки пробивної дії кулі ЗІБ та тяжкості травмування військовослужбовця, що екіпірований цим засобом. Також визначається змінювання захисного ефекту ЗІБ залежно від дальності стрільби і типу стрілецької зброї. Однак автори статей [6, 7, 8] розглядають ураження захищених цілей у разі стрільби з одного зразка стрілецької зброї. Крім того, викликає сумнів припущення, що на стандартній відстані випробувань запасу міцності бронезиловця немає.

У праці [9] визначено основні критерії, за якими можливе оцінювання ефективності стрільби зі стрілецької зброї, а у [10] проаналізовано і визначено показники ефективності стрільби зі стрілецької зброї. Розглянуто вплив параметрів розсіювання на ймовірність влучання та на ефективність стрільби загалом. Утім у вказаних працях не вивчається ймовірність ураження цілі за умови застосування по ній кількох зразків стрілецької зброї одночасно.

Проте у зазначених результатах досліджень не відображено підходи до розрахунків ймовірності ураження окремих осіб (військовослужбовців, працівників, поліцейських) у ЗІБ у разі стрільби по них з кількох зразків стрілецької зброї одночасно. Отже, є потреба в удосконаленні методу розрахунку ймовірності ураження цілі з урахуванням її захищеності для визначення ймовірності отримання бойової травми ПСБ у бойовому екіпіруванні (БЕ) у разі одночасного застосування противником різних зразків стрілецької зброї з метою забезпечення певного рівня його захищеності в умовах небезпеки вогневого впливу противника.

Мета статті – удосконалення методу розрахунку ймовірності ураження цілі з урахуванням її захищеності для визначення ймовірності отримання бойової травми працівником сил безпеки в умовах небезпеки вогневого впливу противника.

Виклад основного матеріалу. Завдання з визначення ймовірності отримання бойової травми $P_{\text{от}}$ ПСБ в умовах вогневого впливу противника зводиться до розрахунку ймовірності ураження цілі зі стрілецької зброї. Для розв'язання такої задачі широко застосовують аналітичні методи визначення ймовірності ураження цілі [11, 12, 13]. Ці методи базуються на математичному аналізі фізичних параметрів стрільби, характеристиках зброї, умовах виконання пострілу і забезпечують прийнятну точність оцінки ймовірності ураження цілі. Тому для визначення ймовірності отримання бойової травми працівником сил безпеки доцільно застосовувати аналітичний метод визначення ймовірності ураження цілі з урахуванням особливостей застосування зброї противником. До таких особливостей можна віднести можливість одночасної стрільби по цілі з кількох різних зразків стрілецької зброї та неоднаковий ступінь захищеності ділянок тіла ПСБ.

Для випадку застосування противником одного зразка стрілецької зброї завдання з визначення ймовірності отримання бойової травми $P_{\text{от}}$ ПСБ вирішується за допомогою відомого методу [11, 12], який передбачає три етапи розрахунків.

На першому етапі силует ПСБ розбивається на k елементарних ділянок і проводиться обчислення ймовірності влучання кулі у кожну i -ту з k ділянок тіла працівника $p_{\text{от}i}$ [11, 12]:

$$p_{\text{от}i} = \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} \int_{Y_{i0}}^{Y_i} e^{\frac{-(y-\dot{y})^2}{2\sigma_y^2}} dy \right] \times \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_z} \int_{Z_{i0}}^{Z_i} e^{\frac{-(z-\dot{z})^2}{2\sigma_z^2}} dz \right], \quad (1)$$

де Y_{i0}, Z_{i0} – положення лівого нижнього кута i -ї ділянки тіла ПСБ;

Y_i, Z_i – положення правого верхнього кута i -ї ділянки тіла ПСБ;

$\dot{y}, \dot{z}$ – математичне сподівання координат влучення у площину цілі (ПСБ) по висоті та бічному напрямку відповідно;

σ_y, σ_z – середньоквадратичне відхилення координат точок влучення у площину цілі (ПСБ) по висоті та бічному напрямку відповідно.

На другому етапі визначається ймовірність ураження i -ї ділянки тіла ПСБ $p_{\text{от}i}$:

$$p_{\text{от}i} = 1 - \left(1 - \frac{p_{\text{от}i}}{K_i} \right)^n, \quad (2)$$

де K_i – кількість влучань, необхідних для ураження i -ї ділянки тіла ПСБ;

n – кількість здійснених пострілів (ПЕ у боєприпасах з кількома ПЕ).

Значення K_i залежить від кулестійкості захисних елементів (ЗЕ), якими захищені ділянки тіла ПСБ. При цьому на кулестійкість ЗЕ до певної системи ураження впливає відстань стрільби. Для графічного зображення відстаней, на яких відбуваються якісні стрибки «захист не забезпечено – захист забезпечено», застосовують діаграми кулестійкості [14]. Тому для врахування якісних змін

захищеності ПСБ відповідними ЗЕ залежно від характеристик систем ураження противника і відстаней їх застосування доцільно використовувати відповідні діаграми кулестійкості ЗЕ.

На третьому етапі визначається ймовірність отримання бойової травми $P_{\text{бтсз}_j}$ ПСБ у разі застосування противником визначеного j -го зразка зброї як ймовірність появи однієї із сумісних подій (ураження будь-якої ділянки тіла ПСБ будь-яким здійсненим пострілом) [15]:

$$P_{\text{бтсз}_j} = 1 - \prod_{i=1}^k (1 - p_{\text{бт}_i}) . \quad (3)$$

Для випадку одночасного застосування противником різних зразків стрілецької зброї пропонується проводити за формулами (1), (2), (3) розрахунки для кожного зразка зброї, а потім визначити ймовірність отримання бойової травми $P_{\text{бт}}$ ПСБ як ймовірність появи хоча б однієї із сумісних рівноможливих подій (ураження будь-якої ділянки тіла ПСБ з будь-якого зразка зброї) [15]:

$$P_{\text{бт}} = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - P_{\text{бтсз}_j}) , \quad (4)$$

де m – кількість зразків стрілецької зброї, які застосовуються одночасно.

Запропонований підхід до розрахунку ймовірності отримання бойової травми $P_{\text{бт}}$ ПСБ в умовах вогневого впливу противника враховує неоднорідність захищеності різних ділянок тіла ПСБ, можливість одночасного застосування противником різних зразків стрілецької зброї та їх кількість.

Формули (1)–(4) у сукупності з діаграмами кулестійкості захисних елементів складають метод визначення ймовірності отримання бойової травми працівником сил безпеки в умовах вогневого впливу противника. Метод полягає у декомпозиції цілі на елементарні ділянки і розрахунку ймовірності влучення ПЕ в кожну з них, обчисленні ймовірності ураження кожної з ділянок з урахуванням діаграм кулестійкості захисних елементів і кількості пострілів з відповідного зразка зброї, а також у визначенні на цій основі ймовірності отримання бойової травми працівником сил безпеки від одного та кількох зразків зброї у разі їх одночасного застосування противником.

На відміну від відомих методів наведений метод ураховує наявність якісних змін захищеності ПСБ відповідними захисними елементами залежно від характеристик засобів ураження противника та відстані їх застосування.

Як приклад розраховано ймовірності отримання бойової травми ПСБ під час виконання завдання за призначенням залежно від захисних характеристик ЗІБ, а також характеристик і кількості зразків стрілецької зброї противника для розробленого сценарію.

Завдання. Провести заміну працівників сил безпеки на спостережному посту перед переднім краєм оборони противника.

Обстановка. Передній край оборони противника проходить по схилах висот між населеними пунктами. Взвод перейшов до оборони й облаштував систему сторожових постів, які розташовані на відстанях 900 м від нашого переднього краю оборони та 200 м – до переднього краю противника. Маршрути висування до спостережних постів можуть підпадати під вогневий вплив противника.

Противник. Підрозділ противника організаційно складається з трьох мотострілецьких відділень. Особовий склад противника озброєний стрілецькою зброєю з розрахунку на кожне відділення: АК 74 (патрон ПП) – 4 од.; АКС-74 (патрон ПС) – 4 од.; РПК 74 (патрон ПП) – 1 од.; ПК (патрон ЛПС) – 1 од.

Додаткові умови виконання завдання. Завдання виконується у світлий час доби. Маршрути висування є рокадними з природними і штучними укриттями, які розташовані між собою на відстані 30...40 м.

Склад бойового екіпірування. Підсистема ураження: стрілецька зброя (АК 74); боєприпаси до зброї (ПС, ПП); ручні гранати (Ф-1, РГО). Підсистема захисту: модульний бронежилет, який має основні ЗЕ «UARM SA3 Ranger Green» [клас захисту (КЗ) III (за ДСТУ 8782:2018)]; бічні ЗЕ «UKR TAC» (КЗ II за ДСТУ 8782:2018); балістичний шолом «ТОР» (КЗ I за ДСТУ 8835:2019).

Підсистема управління: малогабаритна радіостанція з шифрованим сигналом та зі спеціальною гарнітурою (Motorola MotoTRBO DP4400e). Підсистема енергозабезпечення: джерела живлення (до засобів зв'язку, розвідки та спостереження). Підсистема життєзабезпечення: медичні засоби, сухий пайок, вода.

Порядок виконання завдання. Група працівників сил безпеки у кількості 3 осіб висувається по визначеному маршруту до спостережного поста. Під час пересування працівники рухаються перебіжками або переповзанням від одного укриття до іншого.

Перед проведенням розрахунків необхідно визначити низку припущень, які визначають межі застосування проведених розрахунків.

Перше – ПСБ стосовно до противника під час стрільби буде розташований фронтально.

Друге – противник вестиме прицільну стрільбу короткими чергами.

Третє – середня точка влучення (СТВ) відповідає центру цілі.

Для визначення ймовірності отримання бойової травми $P_{\text{от}}$ ПСБ в умовах небезпеки вогневого впливу противника пропонується проведення таких розрахунків:

- визначення ймовірності влучення кулі у ПСБ на різних відстанях для кожного зразка стрілецької зброї противника;
- визначення ймовірності отримання бойової травми ПСБ на різних відстанях від кожного зразка стрілецької зброї противника;
- визначення ймовірності отримання бойової травми ПСБ у БЕ на різних відстанях у разі одночасного застосування противником різних зразків стрілецької зброї.

За формулою (1) розраховано ймовірності влучання кулі в елементарні ділянки тіла ПСБ. Для цього силует ПСБ у БЕ було поділено на 38 ділянок (рисунок 1) і визначено межі інтегрування для кожної з них.

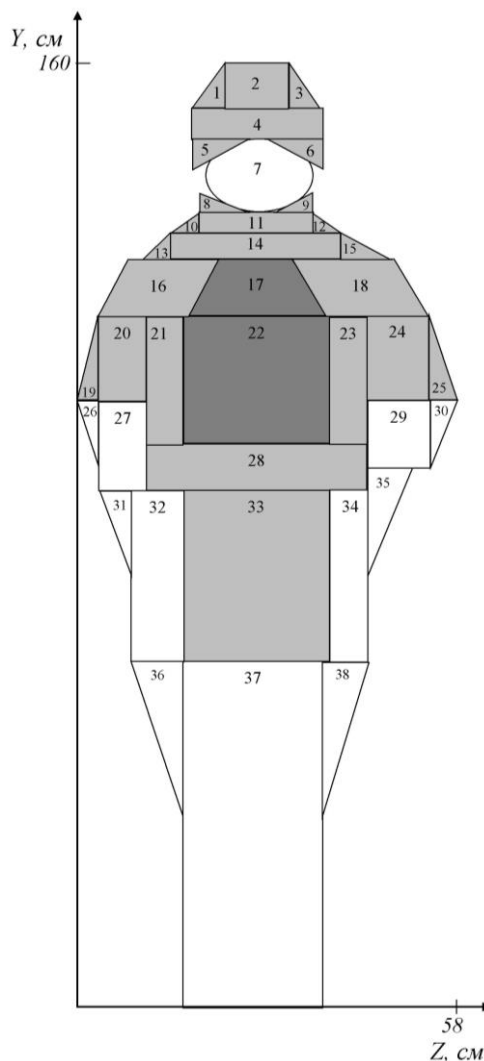


Рисунок 1 – Силует працівника сил безпеки у бойовому екіпіруванні, який поділено на елементарні ділянки

На рисунку 1 фігурами під номером 17 та 22 відображені ділянки тіл, які захищені ЗЕ «UARM SA3 Ranger Green», фігурами 1-6 – балістичним шоломом «ТОР», фігурами 8-16, 18-21, 23, 24, 25, 28, 33 – бічними ЗЕ «UKR TAC», а решта фігур – не захищені ділянки тіла ПСБ.

За формулами (1), (2), (3) розраховано ймовірності отримання бойової травми ПСБ на маршруті руху у разі застосування противником одного із зразків стрілецької зброї на різних відстанях (таблиця 1) та одержано відповідні залежності (рисунок 2).

Під час розрахунків використано результати досліджень впливу відстаней стрільби на кулестійкість ЗІБ, зокрема визначені критичні відстані [14]. При цьому критичними вважаються відстані, на яких відбуваються якісні стрибки «захист не забезпечено – захист забезпечено».

Таблиця 1 – Імовірності отримання бойової травми працівником сил безпеки у бойовому екіпіруванні на маршруті руху у разі застосування противником одного із зразків стрілецької зброї на різних відстанях

Відстань до противника X , м	Імовірність отримання бойової травми ПСБ у БЕ $P_{\text{отсз}}$			
	АК 74 – ПП	АКМ – ПС	РПК 74 – ПП	ПК – ЛПС
5	0,999	0,999	0,999	0,999
10	0,999	0,005	0,999	0,999
50	0,999	0,06	0,999	0,999
100	0,981	0,371	0,999	0,998
150	0,916	0,49	0,998	0,997
200	0,855	0,496	0,997	0,989
250	0,493	0,468	0,99	0,978
300	0,487	0,431	0,979	0,767
350	0,482	0,392	0,719	0,763
400	0,464	0,356	0,717	0,753
450	0,442	0,323	0,716	0,747
500	0,419	0,293	0,709	0,74
550	0,396	0,266	0,707	0,724
600	0,374	0,243	0,699	0,709
650	0,352	0,114	0,688	0,706
700	0,332	0,106	0,684	0,687
750	0,313	0,099	0,675	0,667
800	0,295	0,093	0,66	0,647
850	0,278	0,086	0,641	0,634
900	0,262	0,081	0,628	0,617

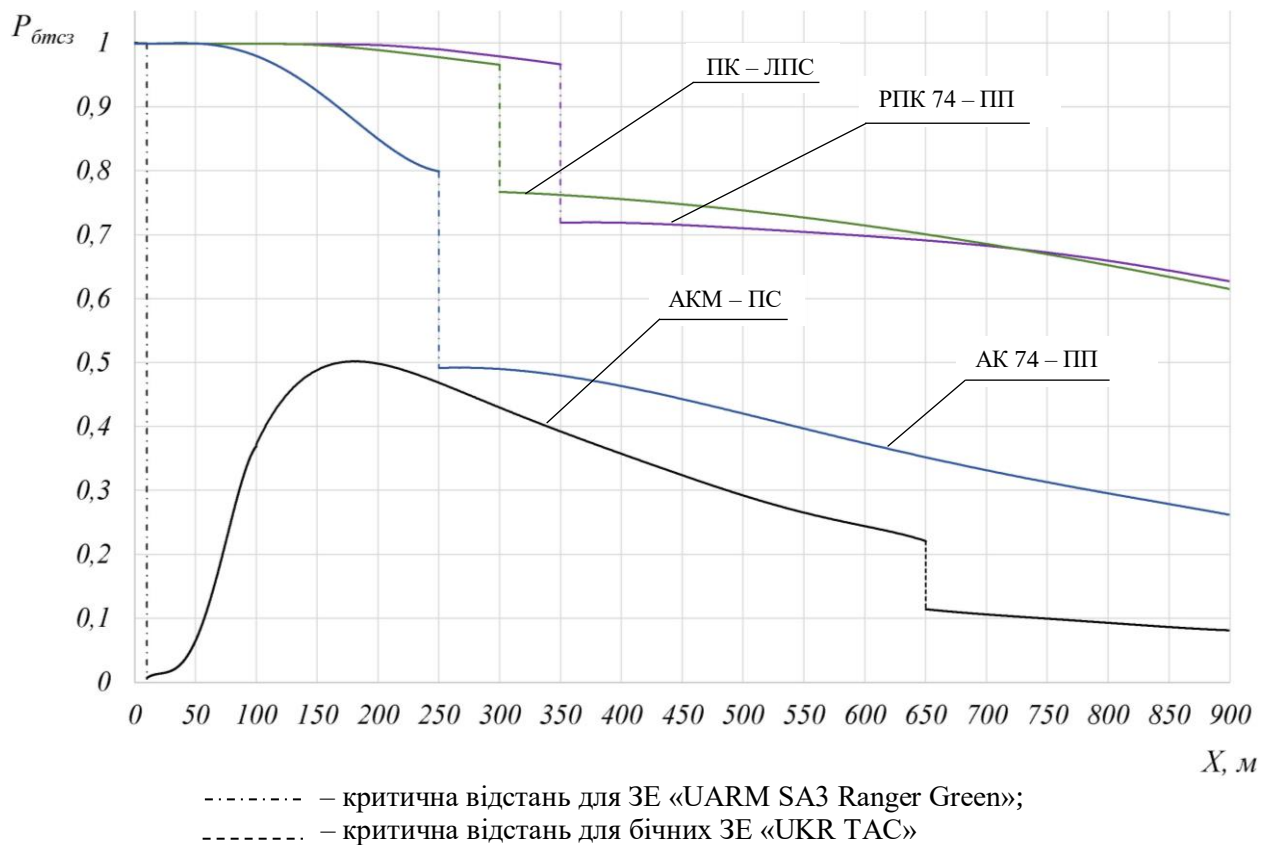


Рисунок 2 – Залежності ймовірності отримання бойової травми працівником сил безпеки у бойовому екіпуванні від відстані до противника та у разі застосування ним одного зразка системи ураження

Із залежностей, які зображені на рисунку 2, видно, що ймовірність отримання бойової травми ПСБ на відстанях, які перевищують критичні, знижується у 1,2–1,6 разу. Це пояснюється забезпеченням ЗЕ захисту певних частин тіла ПСБ.

Залежність імовірності отримання бойової травми від системи ураження «АКМ – ПС» має певну особливість: на відстані до 170 м вона зростає, а потім знижується. Таку зміну можна пояснити тим, що у разі стрільби із системи ураження «АКМ – ПС» по ЗЕ «UARM SA3 Ranger Green» критична відстань становить 10 м, а ймовірність влучення в ціль практично дорівнює одиниці, що відповідає максимальній ймовірності отримання бойової травми ПСБ. У випадку перевищення відстані 10 м, унаслідок високої точності стрільби, практично всі влучання потрапляють у межі захищеної області, а ЗЕ забезпечує надійний захист цілі, що відповідає майже нульовій ймовірності ураження. У разі збільшення відстані до цілі площа розсіювання влучень зростає і в певний момент виходить за межі захищеної зони цілі. При цьому ймовірність влучення у незахищені ділянки цілі поступово зростає, а згодом знижується через надмірну площу розсіювання влучень у площину цілі. Отже, ймовірність ураження цілі спочатку зростає, сягаючи свого максимуму, а потім знижується. Наступний стрибок значення $P_{бтсз}$ спостерігається на відстані 650 м, що є критичною у разі стрільби з комплексу «АКМ – ПС» по бічних ЗЕ «UKR TAC», які мають нижчий клас захисту, ніж ЗЕ «UARM SA3 Ranger Green».

Для ілюстрації описаних вище причин зміни ймовірності отримання бойової травми від системи ураження «АКМ – ПС» одержано низку залежностей $P_{бтсз}(X)$ для двох положень СТВ [центр цілі, центр верхньої частини (голова) цілі] та трьох комбінацій серединного відхилення влучань у площину цілі по висоті $B_в$ і бічному напрямку $B_б$ (рисунк 3).

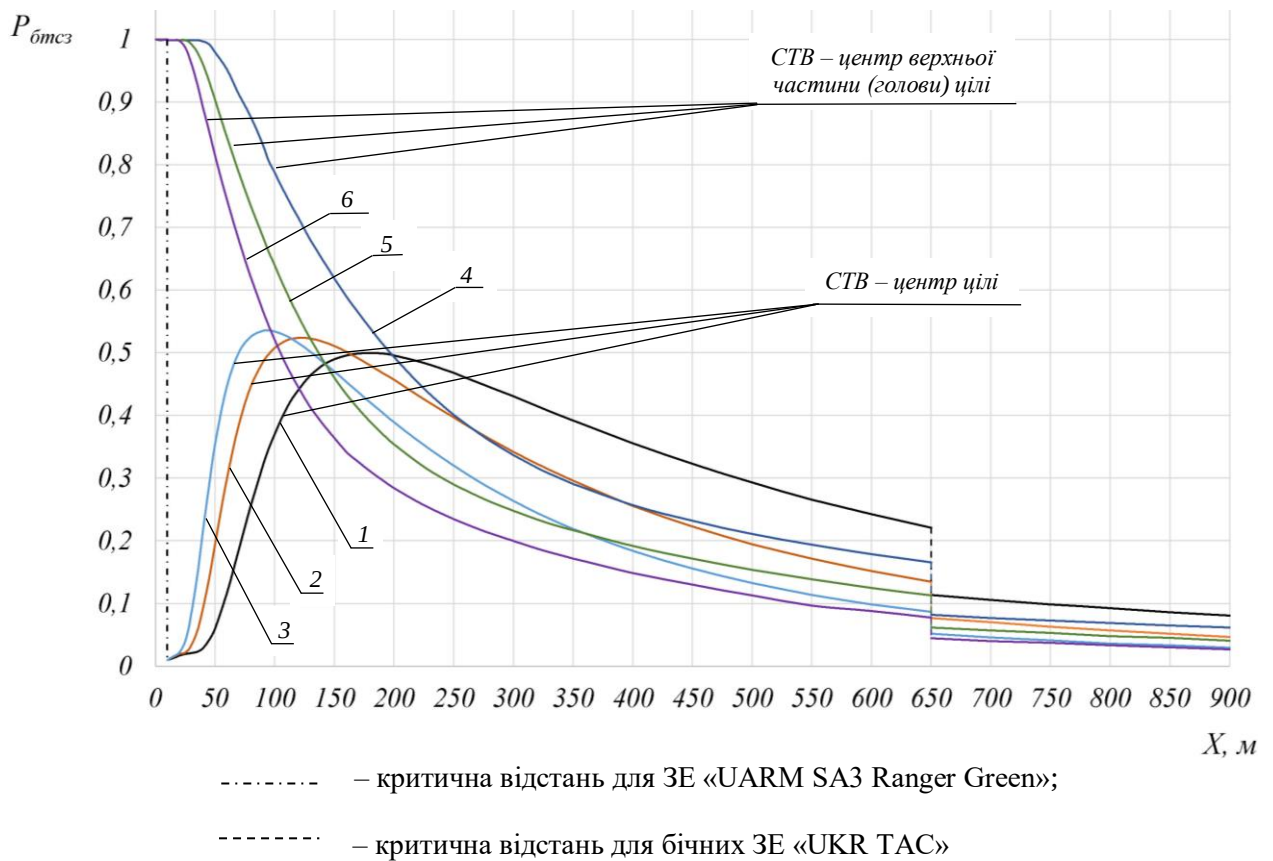


Рисунок 3 – Залежності ймовірності отримання бойової травми працівником сил безпеки у бойовому екіпуванні від відстані до противника за умови застосування ним системи ураження «АКМ – ПС» з різними показниками купчастості та точності стрільби: 1, 4 – $B_8 = 5$ см, $B_6 = 8$ см; 2, 5 – $B_8 = 8$ см, $B_6 = 11$ см; 3, 6 – $B_8 = 11$ см, $B_6 = 14$ см

Одержані залежності (рисунок 3) показують, що на відстанях 10...50 м на значення $P_{бтсз}$ значно впливає положення СТВ. Це пояснюється тим, що у положенні СТВ у центрі цілі практично всі влучення потрапляють у межі захищеної області, а у положенні СТВ у центрі верхньої частини цілі – у межі незахищеної області. На відстанях, більших за 200 м, вплив положення СТВ на значення $P_{бтсз}$ знижується. При цьому збільшується вплив показників купчастості стрільби. Отже, для випадків ураження захищеної цілі ймовірність її ураження на коротких відстанях здебільшого залежить від точності стрільби, а на середніх і дальніх відстанях – від купчастості стрільби.

Для випадків одночасного застосування противником кількох зразків стрілецької зброї, які наведені в сценарії, за формулою (4) проведено розрахунки ймовірності отримання бойової травми ПСБ на маршруті руху й одержано відповідні залежності (рисунок 4).

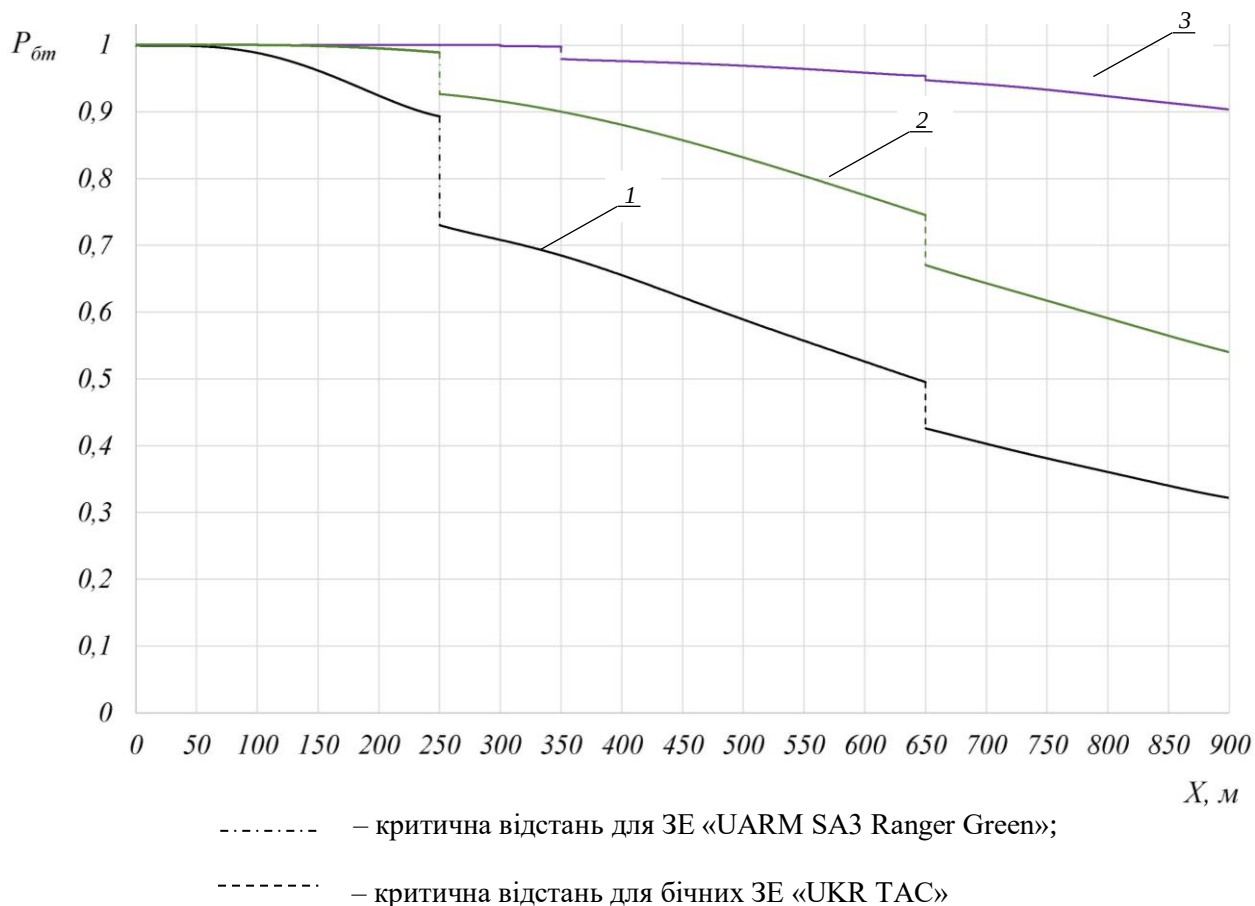


Рисунок 4 – Залежності ймовірності отримання бойової травми працівником сил безпеки у бойовому екіпіруванні від відстані до противника та у разі одночасного застосування ним кількох зразків систем ураження:

1 – АК 74 – ПП (1 од.), АКМ – ПС (1 од.); 2 – АК 74 – ПП (2 од.), АКМ – ПС (2 од.); 3 – АК 74 – ПП (4 од.), АКМ – ПС (4 од.), РПК 74 – ПП (1 од.), ПК – ЛПС (1 од.)

Із рисунка 4 видно, що зі збільшенням кількості зразків системи ураження вплив ЗІБ на зниження ймовірності отримання бойової травми ПСБ зменшується, а у разі застосування противником усієї наявної (за сценарієм) стрілецької зброї ефект від застосування ЗІБ практично зникає.

Результати проведених розрахунків (на рисунку 4 залежність 3) спонукають до думки, що за умов, коли противник застосовує велику кількість зразків системи ураження по одній цілі, доцільність використання ЗІБ не є безперечною. При цьому зниження ймовірності отримання бойової травми можливе внаслідок підвищення маневрових властивостей ПСБ шляхом зменшення загальної маси БЕ (наприклад, виключення з його складу ЗІБ, які можуть становити до 50 % загальної маси БЕ) [2]. Такий підхід може бути виправданий у випадках, коли час на підготовку першого пострілу або для здійснення наступних пострілів є порівняним із часом експозиції цілі [16, 17], який обернено залежить від маневрових властивостей ПСБ.

Отже:

– використання у складі бойового екіпірування ЗІБ може бути не доцільним у випадках, коли умови вогневого впливу з боку противника передбачають одночасне застосування кількох зразків зброї по одній цілі;

– у деяких умовах виконання завдань за призначенням засоби індивідуального бронезахисту втрачають свою значущість для забезпечення певного рівня живучості ПСБ;

– для оцінювання живучості ПСБ під час виконання завдань за призначенням необхідним є прогнозування наявної у противника стрілецької зброї та боєприпасів з метою визначення критичних відстаней для вибору захисних елементів ЗІБ з раціональними захисними характеристиками, а також співвідношення кількості зброї противника та призначених для неї цілей.

Висновки

1. Удосконалено метод визначення ймовірності отримання бойової травми працівником сил безпеки в умовах вогневого впливу противника.
 2. Зазначений метод дає змогу підвищити достовірність прогнозу щодо отримання бойової травми працівником сил безпеки в умовах вогневого впливу противника шляхом урахування якісних змін захищеності працівника сил безпеки відповідними захисними елементами залежно від характеристик засобів ураження противника та відстані їх застосування.
 3. В умовах одночасного застосування противником кількох зразків зброї по одній цілі значущість засобів індивідуального бронезахисту може суттєво знижуватися. У таких випадках показники захищеності та маневреності працівника сил безпеки стають істотно взаємосуперечливими, що потребує окремого дослідження.
- Напрямом подальшого дослідження є створення методики визначення живучості працівника сил безпеки в умовах вогневого впливу противника.

Перелік джерел посилання

1. Bilenko O., Pashchenko V. Indicators and criteria of survivability for security force personnel under conditions of enemy fire impact. *Honor and Law*. 2024. No. 2 (89). P. 27–34.
2. Pashchenko V., Bilenko O. The impact of the weight of the employee's combat equipment security forces on its manoeuvrability. *Honor and Law*. 2024. No. 3 (90). P. 104–112.
3. Пашченко В. В., Біленко О. І. Вплив маси бойового екіпірування працівника сил безпеки на час його рухової реакції. *Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України*. Харків : НА НГУ, 2024. Вип. 2 (44). С. 122–131.
4. Баулін Д., Горелишев С., Манжура С. Індивідуальні засоби бронезахисту: питання вимог та класифікація. *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Військові та технічні науки*. Хмельницький : НА ДПСУ, 2016. Вип. 3 (69). С. 210–224.
5. Qian-ran Hu, Xing-yu Shen, Xin-ming Qian, Guang-yan Huang, Meng-qi Yuan. The personal protective equipment (PPE) based on individual combat: A systematic review and trend analysis. *Defence Technology*. Beijing. 2023. Vol. 28. P. 195–221. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dt.2022.12.007>.
6. Лисиця А. В., Тіхонов І. М., Василенко В. В., Явтушенко В. О. Аналіз механізмів ураження цілі, яка має засоби індивідуального броньованого захисту зі стрілецької зброї на основі енергетичного потенціалу та сили удару кулі 5,45 мм, 5,56 мм, 7,62 мм. *Системи озброєння і військова техніка*. 2020. № 3 (63). С. 69–77.
7. Лисиця А. В., Гузченко С. В., Телюков С. М., Козлов Д. М. Аналіз впливу захисних властивостей засобів індивідуального броньованого захисту на необхідну кількість боєприпасів для поразення живої сили противника зі стрілецької зброї. *Системи озброєння і військова техніка*. 2021. № 2 (66). С. 87–96.
8. Оцінка ефективності стрільби зі стрілецької зброї по цілях з індивідуальним броньованим захистом / А. М. Булай та ін. *The scientific heritage*. 2020. № 49. С. 39–45.
9. Дробан О. М., Жогальський Е. Ф. Підходи до оцінки ефективності стрільби зі стрілецької зброї. *Військово-технічний збірник*. Львів : НАСВ, 2018. № 19. С. 19–23.
10. Біленко О. І., Афанасьєв В. В. Оцінка ефективності стрілецької зброї. *Системи озброєння і військова техніка*. 2005. № 3-4. С. 74–77.
11. Bilenko A., Kyrchenko A., Kaidalov R. Research of influence ballistic characteristics of weapons on the shooting efficiency taking into account the safety of the small arm use. *Technology audit and production reserves. Industrial and technology systems*. 2020. Vol. 3/1(53). P. 4–10. DOI: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2020.205125>.
12. Кайдалов Р. О., Біленко О. І., Кудімов С. А. Показники та критерії бойової живучості броньованих колісних машин. *Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України*. Харків : НА НГУ, 2022. № 2 (40). С. 35–42.
13. Біленко О. І. Показники та критерії оцінювання ефективності стрільби при виконанні специфічних завдань силами безпеки. *Системи озброєння і військова техніка*. 2014. № 3 (39). С. 7–11.
14. Пашченко В. В., Біленко О. І. Експериментальне дослідження кулестійкості захисних елементів бронезилетів на різних відстанях. *Розроблення науково-методичного апарату та принципів побудови засобу технічного діагностування каналів стволів вогнепальної зброї на основі*

визначення їх геометричних характеристик : збірник тез доп. наук. семінару кафедри управління логістикою, м. Харків, 11 груд. 2024 р. Харків, 2024. С. 31–33.

15. Огірко О. І., Галайко Н. В. Теорія ймовірностей та математична статистика : навч. посіб. Львів : ЛьвДУВС, 2017. 292 с.

16. Біленко О. І., Белашов Ю. О. Підвищення оперативності виконання снайперських вогневих завдань силами безпеки шляхом зменшення кута вильоту кулі. *Системи озброєння і військова техніка*. 2015. № 3 (43). С. 16–21.

17. Біленко О. І., Белашов Ю. О. Шляхи підвищення ефективності виконання вогневих завдань снайпером сил охорони правопорядку. *Збірник наукових праць Академії внутрішніх військ МВС України*. Харків : Акад. ВВ МВС України, 2013. Вип. 2 (22). С. 12–15.

Стаття надійшла до редакції 27.02.2025 р.

UDC 623.4

V. Pashchenko, O. Bilenko

METHOD OF DETERMINING THE PROBABILITY OF RECEIVING A COMBAT INJURY BY A SECURITY FORCE EMPLOYEE UNDER ENEMY FIRE INFLUENCE

The article addresses the issue of determining the probability of a security forces officer sustaining a combat injury under conditions of enemy fire.

An improved method for determining the probability of a security forces officer sustaining a combat injury under enemy fire has been developed. This method involves decomposing the target into elementary areas, calculating the probability of a striking element hitting each of these areas, estimating the probability of damage to each area considering the ballistic resistance diagrams of protective elements and the number of shots from a specific weapon, and determining based on this the probability of sustaining a combat injury from one or several types of weapons used simultaneously by the enemy. Unlike existing methods, this approach takes into account qualitative changes in the protection level of security forces personnel provided by protective elements depending on the characteristics of the enemy's weapons and the distance at which they are used.

Using the improved method, probabilities of security forces personnel sustaining combat injuries during task execution were calculated based on the protective characteristics of individual protection equipment, as well as the characteristics and number of the enemy's small arms in a developed scenario.

The calculations revealed that incorporating individual body armor in combat equipment may be impractical in situations where enemy fire conditions involve simultaneous use of multiple weapons against a single target. In certain operational conditions, individual body armor loses its significance in providing a specified level of survivability for security forces personnel. To assess the survivability of security forces personnel during task execution, it is essential to forecast the enemy's small arms and ammunition to identify critical distances for selecting protective elements of individual body armor with optimal protective characteristics, as well as the ratio of enemy weapons to designated targets.

Keywords: combat trauma, bullet resistance, probability of hitting the target, protection, protective element, personal protective equipment.

Пашченко Віктор Володимирович – кандидат технічних наук, докторант, Національна академія Національної гвардії України

<https://orcid.org/0000-0002-6859-0700>

Біленко Олександр Іванович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри управління логістикою оперативного факультету, Національна академія Національної гвардії України

<https://orcid.org/0000-0001-6007-3330>.