

УДК 623.445

**В. А. ГОЛУБ,***доктор технічних наук, професор,***С. В. ЖУРАВСЬКИЙ,** *старший науковий співробітник**(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)*

## Методика визначення залежності максимального рівня ефективності бронезилета від його площі

*Проведено аналіз уражень військовослужбовців, які безпосередньо брали участь в бойових діях на території Луганської та Донецької областей, за результатами якого отримані ймовірності ураження їхніх частин тіла. Побудована теоретична залежність максимального рівня захисту бронезилета від його площі. Проведене порівняння ймовірності захисту бронезилетів різних виробників.*

*Ключові слова: бронезилет, площа захисту, ймовірність ураження, площа тіла людини, екіпірування, ефективність, статистика, поранення, передпліччя, елемент захисту, інтенсивність ураження.*

*Проведен анализ ранений военнослужащих, непосредственно принимавших участие в боевых действиях на территориях Луганской и Донецкой областей, по результатам которого получены вероятности ранений их частей тела. Построена теоретическая зависимость максимального уровня защиты бронезилета от его площади. Выполнено сравнение вероятности защиты бронезилетов разных типов.*

*Ключевые слова: бронезилет, площадь защиты, вероятность поражения, площадь тела человека, экипировка, эффективность, статистика, ранения, предплечья, элемент защиты, интенсивность поражения.*

Ведення сучасних бойових дій та досвід проведення антитерористичної операції на територіях Донецької та Луганської областей свідчить, що використання засобів індивідуального бронезахисту (ЗІБ) є важливим елементом захисту життя та здоров'я військовослужбовців Збройних Сил України [1].

Бронезилет як елемент захисного одягу призначений для захисту від уражень вогнепальною та холодною зброєю, осколковими частинами вибухових пристроїв і є пасивним засобом захисту [2]. Неможливо створити бронезилет для абсолютного захисту людини від усіх видів зброї, легкий, скритний при носінні і який одночасно забезпечував би ефективне виконання функціональних обов'язків, поставлених завдань у різних умовах та кліматах проведення бойових дій [3]. Виробники та споживачі завжди вибирають такі індивідуальні засоби захисту, що захищають життєво важливі органи (ЖВО) людини та забезпечують захист від зброї, яка застосовується. Але бронезилет не здатний гарантувати стовідсоткового захисту. Проте, як засвідчує досвід антитерористичної операції на сході України, ураження на полі бою завдаються не тільки кулями [4]. Під час бою серйозних поранень можуть завдати осколки, різноманітні уламки та каміння. Бронезилет, навіть низького класу захисту, успішно захищає від вражаючих елементів.

Однією з важливих захисних характеристик бронезилетів (БРЖ) є площа захисту балістичного пакета та додаткових елементів захисту [5]. Площі захисту відрізняються одна від одної в залежності від розміру самого бронезилета та його додаткових елементів захисту [6]. Збільшення площі захисту бронезилета підвищить рівень захисту ЖВО людини [7].

Основними вимогами [8], яким має відповідати сучасний армійський бронезилет, є:

захист основних ЖВО та частин тіла військовослужбовця, який забезпечує захист від елементів ураження певного калібру;

надійність конструкції: його бронееlementи мають бути легкими й одночасно міцними, не допускається їхнє руйнування на уламки при влученні кулі (елементів ураження);

забезпечення достатньої вентиляції людського тіла; ергономічність: має надійно сидіти на тілі, не обмежувати рухи вояка під час пересування та ведення інтенсивних бойових дій, швидко надягатися/зніматися.

Організм людини являє собою досконалий механізм, усі частини якого ідеально взаємодіють одна з одною. Тому слід вважати всі органи людини ЖВО [9]. Але без деяких органів наш організм цілком може обійтися [10]. Подібна нестача, безсумнівно, позначиться на загальному стані, але, тим не менш, функціонування тіла буде продовжуватися. До ЖВО прийнято відносити серце, легені, мозок, а також печінку і нирки [11]. Якщо всі вони перестають працювати, це можна розглядати як настання загибелі організму [12]. Тим не менш, діяльність серця тут знаходиться на першому плані, зупинка нормального функціонування цього органа може відбутися в тому випадку, якщо відбуваються порушення в роботі якихось інших органів і систем [13]. Тому,

Таблиця 1. Співвідношення віку людини та площі поверхні її тіла

Показник	Вік людини, років											
	16		18		18–20		22		24		24–60	
	чоловік	жінка	чоловік	жінка	чоловік	жінка	чоловік	жінка	чоловік	жінка	чоловік	жінка
Довжина тіла (зріст), см	169,8	160,2	172,3	161,8	173,6	162,8	174,7	162,7	174,7	162,8	174,5	162,6
Маса тіла, кг	59,1	56,1	67,6	56,8	70,2	57,1	71,8	57,3	71,9	57,5	57,5	56,7
<b>Площа поверхні тіла, дм<sup>2</sup></b>	<b>143</b>		<b>158,5</b>		<b>168</b>		<b>172,55</b>		<b>175,35</b>		<b>180</b>	<b>160</b>

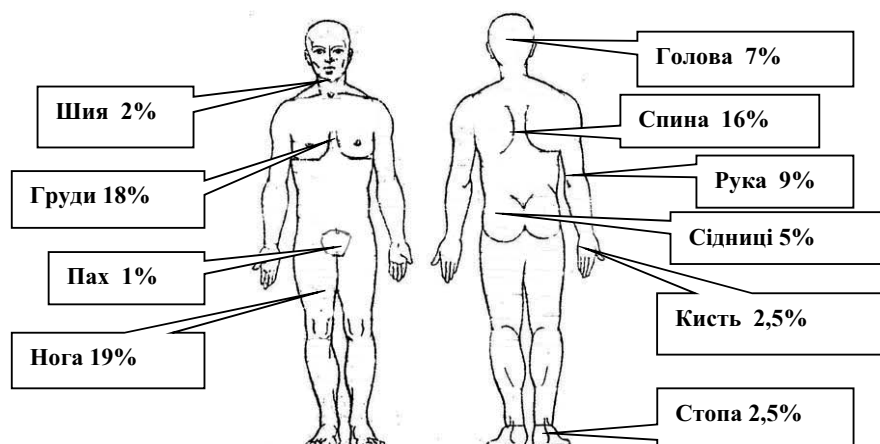


Рис. 1. Площа частин тіла людини середньої статури

зрозуміло, що всі ЖВО людини знаходяться в районі грудей та спини. Звідки зрозуміло, чому з давнього часу воїнів одягали в кольчуги, а в теперішній час бронезилети захищають ЖВО людини за допомогою керамічних (металевих) пластин [14].

Площа поверхні тіла людини  $S$  – морфологічний показник, який використовується в фізіології та медицині. Поверхня тіла людини розраховується за формулами. Одна з формул [18] була запропонована американським вченим Дюбуа:

$$S = 0,007184W^{0,425}H^{0,725} \quad (1)$$

де  $S$  – площа поверхні тіла людини, м<sup>2</sup>;  $W$  – маса тіла людини, кг;  $H$  – довжина тіла людини (ріст), см.

У цій формулі використовуються дві змінні: маса тіла людини та довжина (зріст).

Таким чином, використовуючи формулу (1), провели розрахунки та отримали величини площин тіла людини за віком (табл. 1). Загальна величина площі тіла середньостатичної людини [8] складає 180 дм<sup>2</sup>. Ця величина площі тіла враховує площу чотирьох сторін тулуба середньостатичної людини. Вищезазначена величина буде використана при проведенні розрахунків для оцінки ймовірності захисту БРЖ різних типів та моделей. При проведенні розрахунків буде врахована площа м'якої частини БРЖ.

Одним із основних завдань захисту військовослужбовця є захист спини та грудей [19]. Для вивчення проблемних питань ЗІБ військовослужбовців з початку

бойових дій в Україні проведено опитування (анкетування) 110 військовослужбовців, які брали участь в антитерористичній операції (АТО). До індивідуальної картки опитування включені питання необхідності зменшення чи збільшення маси, площі захисту БРЖ, характеристика отриманих поранень своїх та бойових товаришів по службі. Крім цього, проведено вивчення близько ста вісімдесяти медичних справ хворих, які отримали поранення та знаходились на лікуванні в Головному військовому клінічному шпиталі Міністерства оборони України, м. Київ. Здійснивши аналіз розподілу уражень за частинами тіла двохсот дев'яноста військовослужбовців (табл. 2, 3), з'ясовано, що необхідно захищати шию, тулуб та боки, нижні та верхні кінцівки, пах і сідниці. Більшість уражень вищезазначені військовослужбовці Збройних Сил України отримали: тулуба – 30,0%, верхніх – 19,7% та нижніх кінцівок – 23,4% [20].

За видами отриманих поранень (табл. 3) найбільший показник припадає на осколочне поранення – 69,3%, що зумовлено широким застосуванням ракетно-артилерійського озброєння та мінно-вибухових засобів ураження в зоні проведення АТО.

Тому під час розробки, проектування та модернізації БРЖ необхідно в комплект БРЖ включати додаткові елементи захисту [21], а саме: захист шиї, плечей, боків тулуба, верхніх та нижніх кінцівок, паху, сідниць.

В існуючих видах БРЖ для забезпечення захисту шиї передбачається кулезахисний комір, а для області паху – спеціальна секція. Крім того, щоб захистити

Таблиця 2. Статистика отриманих поранень військовослужбовців, які брали участь в АТО

Частина тіла людини	Площа частин тіла людини*		Кількість уражень	
	дм <sup>2</sup>	відн. од.	разів	відн. од.
Голова	12,6	0,070	38	0,131
права сторона	4,5	0,025	6	0,021
ліва сторона	4,5	0,025	13	0,045
центр	3,6	0,020	19	0,066
Шия	3,6	0,020	28	0,097
Верхні кінцівки	32,4	0,180	57	0,197
Права рука	16,2	0,090	31	0,107
плече	7,2	0,040	13	0,045
верхня частина передпліччя	2,7	0,015	10	0,034
нижня частина передпліччя	1,8	0,015	4	0,014
кисть	4,5	0,025	4	0,014
Ліва рука	16,2	0,090	26	0,090
плече	7,2	0,040	9	0,031
верхня частина передпліччя	2,7	0,015	8	0,028
нижня частина передпліччя	1,8	0,015	4	0,014
кисть	4,5	0,025	5	0,017
Тулуб	52,2	0,290	87	0,300
Груди	32,4	0,180	43	0,148
верх зліва	4,5	0,025	6	0,021
верх справа	4,5	0,025	2	0,07
середина зліва	4,5	0,025	10	0,038
середина справа	4,5	0,025	11	0,034
низ зліва	7,2	0,040	11	0,010
низ справа	7,2	0,040	3	0,038
Спина	19,8	0,110	44	0,152
верх зліва	3,6	0,020	6	0,021
верх справа	3,6	0,020	9	0,031
середина зліва	3,6	0,020	6	0,031
середина справа	3,6	0,020	9	0,021
низ зліва	2,7	0,015	8	0,021
низ справа	2,7	0,015	6	0,028
Нижні кінцівки	68,4	0,380	68	0,234
Права нога	34,2	0,19	37	0,128
стегно	17,1	0,095	11	0,038
гомілка	12,6	0,070	16	0,055
стопа	4,5	0,025	10	0,034
Ліва нога	34,2	0,19	31	0,107
стегно	17,1	0,095	10	0,034
гомілка	12,6	0,070	18	0,062
стопа	4,5	0,025	3	0,010
Пах	1,8	0,01	7	0,024
Сідниці	9,0	0,05	5	0,017
Всього	180	1	290	1

\* Загальна площа частин тіла людини з чотирьох напрямків ураження

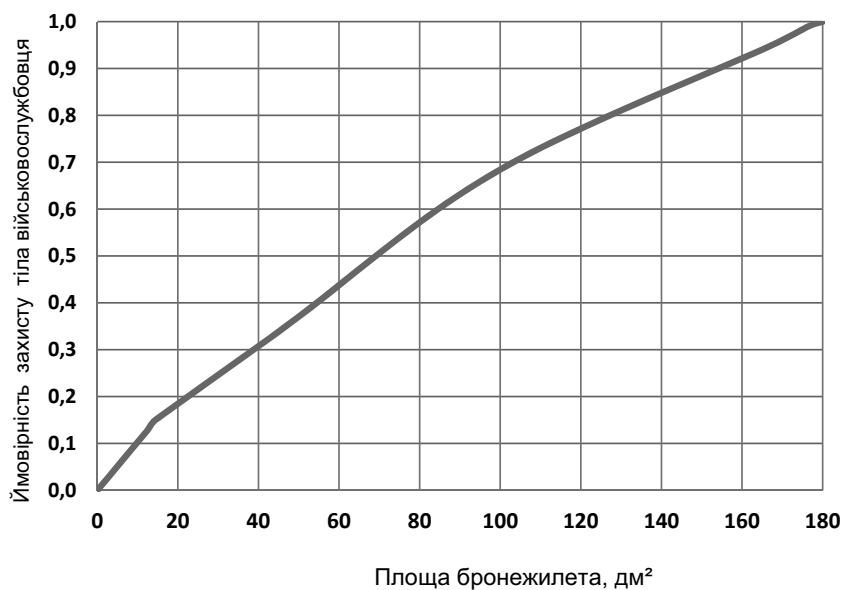


Рис. 2. Залежність максимального рівня захисту бронезилета від його площі

боки, в бічну частину поясного кріплення поміщають захисні екрани. Також до складу бронезилета можуть бути включені наплічники та інші елементи для захисту від осколків та куль [22].

Таблиця 3. Види отриманих поранень військовослужбовців, які брали участь в АТО

Види отриманих поранень	Частість уражень за видами отриманих поранень, %
Осколочне	69,3
Кульове	27,9
Контузія	2,8

Використовуючи статистику поранень військовослужбовців, що брали участь в АТО, та величину загальної площі тіла людини середньої статури (табл. 1), розраховуємо ймовірність ураження частин тіла військовослужбовців

$$I_E = \frac{P_E}{S_E}, \quad (2)$$

де  $I_E$  – ймовірність ураження частин тіла військовослужбовця;  $S_E$  – площа елемента захисту бронезилета, дм<sup>2</sup>;  $P_E$  – ймовірність влучення в елемент захисту бронезилета.

Після проведення ранжирування частин тіла за величиною ймовірності ураження частин тіла військовослужбовців отримуємо можливість побудувати

Таблиця 4. Аналіз захисних можливостей різних за типом бронезилетів

Тип бронезилета, держава, виробник	Площа елемента захисту, дм <sup>2</sup>								Ймовірність захисту частин тіла елементом захисту								Площа захисту БРЖ, дм <sup>2</sup>	Загальна ймовірність захисту БРЖ
	Груди	Спина	Шия	Нижня част.	Пах	Верх. част. стегна	Захист прав. і лів. боків	Плечі	Груди	Спина	Шия	Нижня част. голови	Пах	Верх. част. стегна	Захист прав. і лів. боків	Плечі		
Fibrates Technologies, Ізраїль	8,5	8,6	0	0	0	0	0	0	0,039	0,045	0	0	0	0	0	0	17,1	0,084
Aegis engineering LTD, Англія	25,7	24,9	0	0	0	0	0	0	0,117	0,131	0	0	0	0	0	0	50,6	0,249
Корсар МЗмп 48-56 розміру	18,0	22,0	3,0	2,0	1,0	6,0	0	0	0,082	0,016	0,081	0,019	0,006	0,007	0	0	52,0	0,289
Корсар МЗмп 56 розміру	19,0	23,0	3,0	2,0	1,0	6,0	0	0	0,087	0,0121	0,081	0,019	0,006	0,007	0	0	54,0	0,321
Корсар МЗмп 56-64 розміру	20,0	24,0	3,0	2,0	1,0	6,0	0	0	0,091	0,127	0,081	0,019	0,006	0,007	0	0	56,0	0,331
Корсар МЗм від 48-56 розміру	17,0	20,0	3,0	2,0	1,0	6,0	12,0	9,0	0,078	0,106	0,081	0,019	0,006	0,007	0,04	0,044	70,0	0,380
Wenzhou eagle helmets factory, КНР	26,7	28,1	3,0	1,1	1,0	5,4	4,7	1,8	0,122	0,148	0,081	0,011	0,006	0,006	0,016	0,009	71,8	0,398
Корсар МЗм від 52-58 розміру	19,0	22,0	3,0	2,0	1,0	6,0	15,0	9,0	0,087	0,116	0,081	0,019	0,006	0,007	0,05	0,044	77,0	0,409
Корсар МЗм від 58-64 розміру	20,0	24,0	3,0	3,0	1,8	6,2	18,0	10,0	0,091	0,127	0,081	0,029	0,01	0,007	0,06	0,049	86,0	0,454
Verseidag ballistic, Фінляндія	18,2	36,0	4,2	3,0	3,0	10,4	5	9,7	0,083	0,19	0,113	0,029	0,017	0,012	0,017	0,047	89,5	0,508

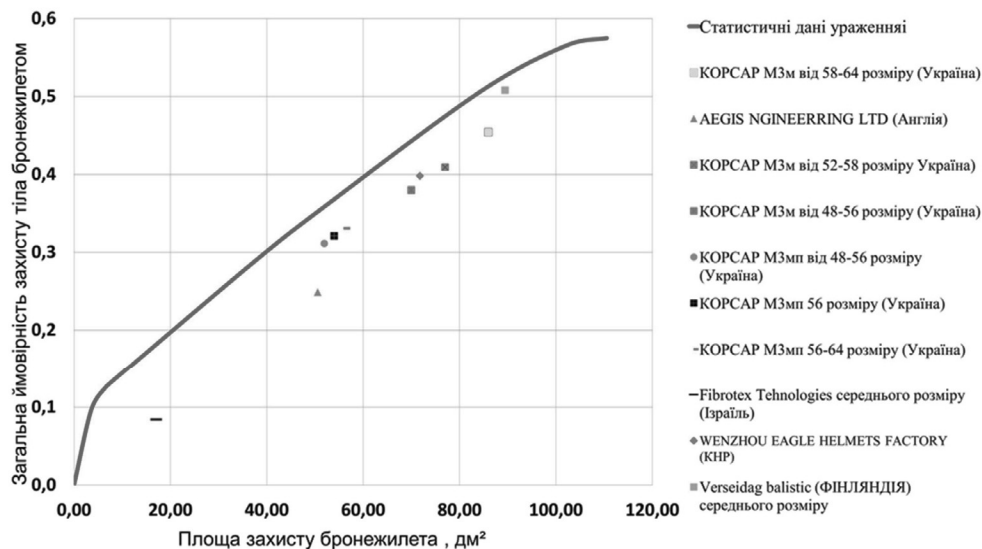


Рис. 3. Графік залежності загальної ймовірності захисту тіла військовослужбовця бронезилетів різних типів

залежності максимального рівня захисту бронезилета від його площі (рис. 2).

Розрахуємо ймовірність захисту частин тіла окремих елементами бронезилета:

$$I_{E_{бж}} = I_E S_{E_{бж}}, \quad (3)$$

де  $I_{E_{бж}}$  – ймовірність захисту частини тіла окремим елементом бронезилета;  $S_{E_{бж}}$  – площа елемента захисту бронезилета;  $I_E$  – ймовірність ураження частин тіла.

Загальна ймовірність захисту бронезилета

$$I = \sum_{i=1}^n I_{E_{бж}}, \quad (4)$$

де  $i$  – кількість елементів захисту бронезилета.

У табл. 4 наведено результати аналізу захисних можливостей різних за типом бронезилетів.

Враховуючи результати розрахунків ймовірності захисту частин тіла елементами захисту бронезилетів різних типів (табл. 4) та залежність максимального рівня захисту бронезилета від його площі (рис. 2), будемо графік залежності загальної ймовірності захисту бронезилетів різних типів від їх площі захисту (рис. 3).

**Висновки.** За результатами дослідження:

1. Проведено аналіз статистики уражень особового складу, який брав участь у бойових діях на території Луганської та Донецької областей, з розподілом цих уражень за частинами тіла. На підставі аналізу статистики уражень особового складу отримана теоретична залежність максимального рівня захисту БРЖ від його площі.

2. Проведено розрахунки та аналіз ймовірності захисту тіла людини бронезилетами, що використовуються військовослужбовцями Збройних Силах України в зоні АТО.

3. Отримана залежність максимального рівня захисту БРЖ від його площі може застосовуватися при розробці методики обґрунтування вимог до бронезилетів.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Величко М. А., Юдин В. А., Красников Е. К. Структура безвозвратних потерь в современных вооруженных конфликтах // Военно-медицинский журнал. 1997. № 1. С. 64–68.
2. Военно-полевая хирургия локальных войн и вооруженных конфликтов : руководство для врачей / под ред. Е. К. Гуманенко, И. М. Самохина. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011. 672 с.
3. Бронезилет – элемент защитного одягу... URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D0%B6%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D1%82>.
4. Воронін І. В. Проблема індивідуального захисту українських військовослужбовців в зоні АТО. URL: [http://zik.ua/news/2014/07/25/mo\\_povynno\\_stvoryty\\_umovy\\_zdorovoi\\_konkurentsii\\_pry\\_zakupivlyah\\_dlya\\_armii\\_za\\_koshty\\_byudzhetu\\_io\\_509084](http://zik.ua/news/2014/07/25/mo_povynno_stvoryty_umovy_zdorovoi_konkurentsii_pry_zakupivlyah_dlya_armii_za_koshty_byudzhetu_io_509084).
5. Кулаков И. В. Требования к индивидуальной бронезащите // Банковские технологии. 1997. № 7. С. 97–100.
6. Сильников М. В., Химичев В. А. Средства индивидуальной бронезащиты. М. : Изд-во Фонд «Университет», 2000. 478 с.
7. Концептуальные основы создания средств индивидуальной защиты. Ч. I. Бронезилеты / под общ. ред. В. Г. Михеева. М. : Вооружение. Политика. Конверсия, 2003. 340 с.
8. Голуб В. А., Журавський С. В., Чеченкова О. Л. Формування вимог до сучасного загальновійськового бронезилета // Впровадження сучасних досягнень медичної науки у практику охорони здоров'я України : матеріали IV міжнар. мед. конгресу, Київ, 15–17 квітня 2015 р. / Нац. техн. ун-т України «Київський політехнічний інститут», 2015. С. 91.

9. Андрощук Д. Медсанбат. Вогнепальні контузійні травми. URL: <http://medsanbat.info/vognepalni-kontuziyini-travmi/>.
10. Глуткин А. В., Сергиенко В. К. Этапы оказания медицинской помощи детям с тяжелой термической травмой. Ч. I. // Экстренная медицина : междунар. науч.-техн. журн. / Гродненский гос. мед. ун-т. 2017. Т. 6, № 1. С. 91.
11. Медицина неотложных состояний : избранные клинические лекции. Т. 7. Травма в условиях чрезвычайных и конфликтных ситуаций / под ред. Никонова В. В., Великоцкого Н. Н., Феськова А. Э., Федака Б. С. Харьков, 2014.
12. Медицинская сортировка пораженных в чрезвычайных ситуациях : рекомендации / Белков А. Н., Мешков В. В., Жуков В. А. [и др.]. М. : Медикас, 1991. 62 с.
13. Брюсов П. Г. Хирургия современной боевой травмы // Военномедицинский журнал. 2010. № 1. С. 20–28.
14. Быков И. Ю. Военная медицина России в общей системе ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и обеспечения миротворческих сил // Военно-медицинский журнал. 2005. Т. 326, № 7. С. 4–11.
15. Гуманчико Е. К. Самохвалов И. М. Трусов А. А. Хирургическая помощь в контртеррористических операциях на Северном Кавказе : цикл статей // Военный журнал. 2005. 7.1.3.9 ; 2006. 4.6.7.9.
16. Визначення площі опіку. URL: <http://medserver.com.ua/viznachennya-ploshhi-opiku>.
17. Площадь поверхности тела в зависимости от возраста человека. URL: <http://visualrheumatology.ru/Ploshhad-poverhnosti-tela-v-zavisimos.html>.
18. Методы определения площади тела. URL: <http://www.rusmedserver.ru/ojogi/25.html>.
19. Нові тенденції в області засобів індивідуального захисту піхотинця. URL: [http://www.defens-update.com/features/du-2-07/infantry\\_armor\\_cooling.htm](http://www.defens-update.com/features/du-2-07/infantry_armor_cooling.htm).
20. Анкети опитування військовослужбовців, які брали участь в бойових діях в зоні АТО на території Донецької та Луганської областей / ЦНДІ ОБТ ЗС України. К., 2015. Інв. № 156.
21. Ляшенко О. Інформаційно-аналітичний матеріал щодо учасників АТО : лист заступника директора Військово-медичного департаменту МО України до ЦНДІ ОБТ ЗС України, вх. № 669 від 03.02.2016. К., 2016.
22. Каталог продукції. URL: <http://www.temp3000.com/ru/katalog-prodyksii/item/bronezilet-korsar>.

**Рецензент М. І. Васьківський**, д-р техн. наук, проф.  
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння  
та військової техніки Збройних Сил України)