

Порівняльний аналіз засобів колективного захисту органів дихання та перспективні напрямки розвитку

Володимир Коцюруба * ^{1 А}; Руслан Борта ^{2 А}; Богдан Тertiшний ^{3 А};
Валерій Слободян ^{4 В}

^А Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, пр-т Повітрофлотський, 28, м. Київ, 03049, Україна

^В Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, вул. Героїв Майдану, 32, м. Львів, 79026, Україна

Received: May 1, 2021 | Revised: June 10, 2021 | Accepted: June 30, 2021

DOI: 10.33445/sds.2021.11.3.6

Анотація

У статті наведено результати порівняльного аналізу тактико-технічних характеристик зразків вітчизняних та найкращих провідних країн світу фільтровентиляційного устаткування та агрегатів, що використовуються для забезпечення колективного захисту людей в умовах ведення бойових дій. Досвід воєнних конфліктів сучасності, антитерористичної операції та операції Об'єднаних сил на сході країни свідчить про те, що при ретельній підготовці операції (бою, бойових дій), масові зруйнування об'єктів інфраструктури, а саме об'єктів атомної енергетики та хімічної промисловості, як правило, призводить до невинуватених втрат серед військовослужбовців та цивільного населення. Забезпечення колективного захисту за таких умов стає можливим завдяки укриття людей в закритих сховищах, для забезпечення життєдіяльності в яких використовують фільтровентиляційне устаткування та агрегати. На основі отриманих результатів обґрунтовано перспективні напрямки розвитку засобів даного типу.

Ключові слова: захист, фільтровентиляція, вентиляційні установки, оцінювання, метод, рівень, радіаційний, хімічний, біологічний захист.

Постановка проблеми

Досвід воєнних конфліктів сучасності, антитерористичної операції та операції Об'єднаних сил на сході країни свідчить про те, що, навіть при ретельній підготовці операції (бою, бойових дій), масові зруйнування об'єктів інфраструктури, а саме об'єктів атомної енергетики та хімічної промисловості, як правило, призводить до невинуватених втрат серед військовослужбовців та цивільного населення. Забезпечення колективного захисту

за таких умов стає можливим завдяки укриття людей в закритих сховищах, для забезпечення життєдіяльності в яких використовують фільтровентиляційне устаткування та агрегати (ФВУ(А)). Отже, постає проблемне питання щодо забезпечення потрібного рівня ефективності функціонування, уточнення вимог та обґрунтування перспективних напрямків розвитку вказаних засобів колективного захисту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Аналіз застосування ФВУ(А) показав, що розв'язанню проблемних питань присвячена низка наукових праць та публікацій [1-5]. У

той же час вирішення проблематики взагалі започатковано із розробкою та затвердженням нових нормативних

¹ Corresponding author: д.т.н., професор, професор кафедри оперативного та бойового забезпечення, e-mail: kotcuru@ukr.net, ORCID: 0000-0001-6565-9576

² Ад'юнкт кафедри оперативного та бойового забезпечення, e-mail: bortarus@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6090-9089

³ Ад'юнкт кафедри оперативного та бойового забезпечення, e-mail: hlor2007@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9060-761X

⁴ Викладач кафедри інженерних спеціальних робіт, e-mail: valerijslobodyan@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5128-0626

документів [6]. Однак, вказане питання досліджено не повністю.

Постановка завдання

Метою статті є висвітлення результатів порівняльного аналізу тактико-технічних характеристик основних зразків ФВУ (А), що використовуються під час колективного

захисту особового складу при розташуванні у закритих приміщеннях та транспортних засобах.

Виклад основного матеріалу

Для колективного захисту органів дихання особового складу використовують фільтровентиляційні агрегати (ФВА), фільтровентиляційні установки (ФВУ), фільтровентиляційні комплекти (ФВК), які очищають атмосферного повітря від хімічних, біологічних, радіологічних та ядерних агентів та подають його в об'єкти колективного захисту з метою вентиляції приміщень, забезпечення повітрям особового складу в них, а також створення надлишкового тиску, який перешкоджає прониканню зовнішнього зараженого повітря через нещільності в огорожуючих конструкціях об'єктів.

До фільтровентиляційних установок, комплектів висуваються наступні вимоги СОУ МНС 75.2-00013528-004:2010 [6]. Зокрема, засоби очищення повітря повинні надійно працювати:

а) у режимі вентиляції не менше ніж 48 год;

б) у режимі фільтровентиляції у разі впливу:

біологічних речовин, радіаційного пилу не менше ніж 12 год;

час захисної дії від парів бойових отруйних речовин типу зарин, зоман, Vx, іприту у разі впливу дози 3 мг·хв/л – не менше ніж 12 год;

час захисної дії від небезпечних хімічних речовин у режимі фільтровентиляції за концентрації:

аміаку від 0,1 мг/л до 0,2 мг/л не менше ніж 6 год;

фтористого водню від 0,01 мг/л до 0,2 мг/л не менше ніж 4 год;

сірководню від 0,1 мг/л до 0,2 мг/л не менше ніж 6 год;

синильної кислоти від 0,1 мг/л до 0,2 мг/л не менше ніж 1,5 год;

формальдегіду від 0,1 мг/л до 0,2 мг/л не менше ніж 4 год;

хлорціану від 0,1 мг/л до 0,2 мг/л не менше ніж 1 год;

двооксиду сірки від 0,2 мг/л до 0,3 мг/л не менше ніж 6 год;

фосгену від 0,2 мг/л до 0,3 мг/л не менше ніж 6 год;

хлору від 0,2 мг/л до 0,3 мг/л не менше ніж 4 год;

бензолу від 0,1 мг/л до 0,2 мг/л не менше ніж 5 год.;

в) у режимі повної або часткової ізоляції не менше ніж 6 год.

Для проведення дослідження рівня технічної досконалості ФВУ (А) було обрано по три однотипних зразки засобів даного типу, що виробляються у США, Ізраїлі та Україні. Типаж зразків ФВУ (А) наведено на рисунках 1, 2.

Проведення порівняння здійснювалось на підґрунті сукупності часткових показників, в основу яких покладені наступні технічні характеристики:

технічна продуктивність щодо вентиляції приміщень – $V_{в}, \text{м}^3/\text{год}$;

технічна продуктивність щодо захисту приміщень – $V_{з}, \text{м}^3/\text{год}$;

надлишковий тиск, що створюється – P_0 , Па;

маса комплексу обладнання – m , кг.

США



FFA400-326



FFA400-426



FFA580-100

Ізраїль



FA160ZM-1



FA180ZM-1



FA230/150N

Україна



ФВА50/25



ФВА100/5025

Рис. 1 – Фільтровентиляційні установки для польових таборів та стаціонарних об'єктів

США



FFA100-124



FFA100-224



FFA100-124HE



Рис. 2 – Фільтровентиляційні установки для транспортних засобів

Нормативні чисельні значення часткових показників [7-9] використані в якості вихідних даних (таблиці 1, 2) для проведення розрахунків з метою порівняльного аналізу та

обґрунтування вимог до перспективних вітчизняних засобів колективного захисту особового складу при розташуванні в укриттях закритого типу.

Таблиця 1 – Вихідні дані для проведення розрахунків щодо ФВУ (А) для польових таборів та стаціонарних об'єктів

Країна виробник	Тип ФВУ (А)	Показники			
		$V_{в}, \text{м}^3/\text{год}$	$V_{з}, \text{м}^3/\text{год}$	$P_o, \text{Па}$	$m, \text{кг}$
США	FFA400-326	680	540	3500	86
	FFA400-426	680	540	3500	122
	FFA580-100	1019	920	1617	136
Ізраїль	FA160ZM-1	190	145	1200	90
	FA180ZM-1	220	200	1800	115
	FA230/150N	230	150	2500	125
Україна	ФВА 100/50	150	100	294	243
	ФВА 50/25	50	50	294	110
Критерій		max	max	max	min
Критеріальне значення		1019	920	3500	86

Таблиця 2 – Вихідні дані для проведення розрахунків щодо ФВУ (А) для транспортних засобів

Країна виробник	Тип ФВУ (А)	Показники			
		Vo, м3/год	Vз, м3/год	P, Па	m, кг
США	FFA100-124	170	160	1000	29,5
	FFA100-224	170	160	1000	29,5
	FFA100-124HE	170	160	1000	31,8
Ізраїль	FA60VM-18	200	170	900	45
	FA180VM-1	320	255	900	48
	FA240VM-1	380	340	900	50
Україна	АВФТ-100А	100	90	294	55
	АВФТ-100Н	100	90	294	50
	АВФТ-100С	100	90	294	60
Критерій		max	max	max	min
Критеріальне значення		380	340	1000	29,5

Для проведення порівняльного аналізу в [10]. Результати розрахунків відносних використовувався метод прогресуючого значень часткових показників наведені у еталону, сутність якого більш повно розкрито таблицях 3, 4.

Таблиця 3 – Результати розрахунків відносних значень часткових показників щодо ФВУ (А) для польових таборів та стаціонарних об'єктів

Країна виробник	Тип ФВУ (А)	Показники			
		Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄
США	FFA400-326	0,667	0,587	1	1,000
	FFA400-426	0,667	0,587	1	0,705
	FFA580-100	1	1	0,462	0,632
Ізраїль	FA160ZM-1	0,186	0,158	0,343	0,956
	FA180ZM-1	0,216	0,217	0,514	0,748
	FA230/150N	0,226	0,163	0,714	0,688
Україна	ФВА 100/50	0,147	0,109	0,084	0,354
	ФВА 50/25	0,049	0,054	0,084	0,782

Таблиця 4 – Результати розрахунків відносних значень часткових показників щодо ФВУ (А) для транспортних засобів

Країна виробник	Тип ФВУ (А)	Показники			
		Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄
США	FFA400-326	0,447	0,471	1	1,000
	FFA400-426	0,447	0,471	1	1,000
	FFA580-100	0,447	0,471	1	0,928
Ізраїль	FA160ZM-1	0,526	0,500	0,9	0,656
	FA180ZM-1	0,842	0,750	0,9	0,615
	FA230/150N	1,000	1,000	0,9	0,590
Україна	АВФТ-100А	0,263	0,265	0,294	0,536
	АВФТ-100Н	0,263	0,265	0,294	0,590
	АВФТ-100С	0,263	0,265	0,294	0,492

Аналіз одержаних результатів розрахунків (таблиці 3, 4) дозволив дійти висновку, що за технічною продуктивністю щодо вентиляції та захисту приміщень найкращим виявився зразок ФВУ (А) США типу FFA580-100. При цьому, найвищого значення надлишкового тиску, що створюється у приміщенні, отримали два зразки ФВУ (А) також США типу FFA400-326 та FFA400-426. Найменшу масу комплекту обладнання має агрегат FFA400-326.

Не дивлячись на те, що Ізраїльські зразки ФВУ (А) не отримали в результаті розрахунків умовно-еталонних значень за обраними показниками, вказані зразки користуються попитом у більшості країн світу. Це

пояснюється їх достатньо високою техніко-економічною ефективністю та підбором раціональних параметрів технічних характеристик, які адекватні конкретним умовам використання засобів колективного захисту даного типу.

Розрахунок узагальненого показника рівня технічної досконалості здійснювався за умов рівної пріоритетності обраних часткових показників та приймався як середньозважений. Значення середньозваженого показника рівня технічної досконалості наведено у таблицях 5, 6.

Таблиця 5 – Розрахунок середньозваженого показника рівня технічної досконалості ФВУ (А) для польових таборів та стаціонарних об'єктів

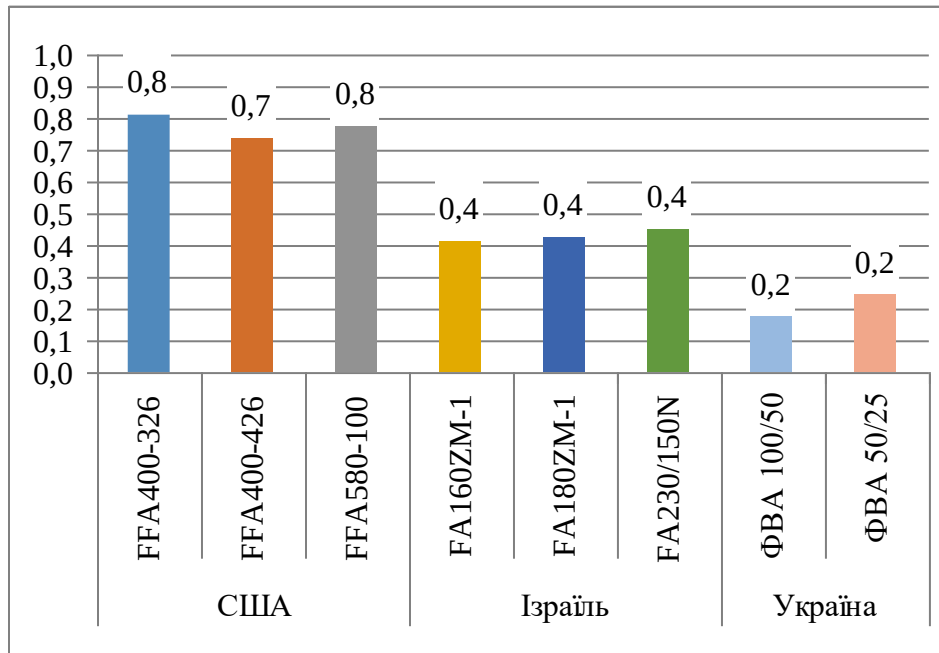
Країна виробник	Тип ФВУ (А)	Середньозважений показник
США	FFA400-326	0,8
	FFA400-426	0,7
	FFA580-100	0,8
Ізраїль	FA160ZM-1	0,4
	FA180ZM-1	0,4
	FA230/150N	0,4
Україна	ФВА 100/50	0,2
	ФВА 50/25	0,2

Таблиця 6 – Розрахунок середньозваженого показника рівня технічної досконалості ФВУ (А) для транспортних засобів:

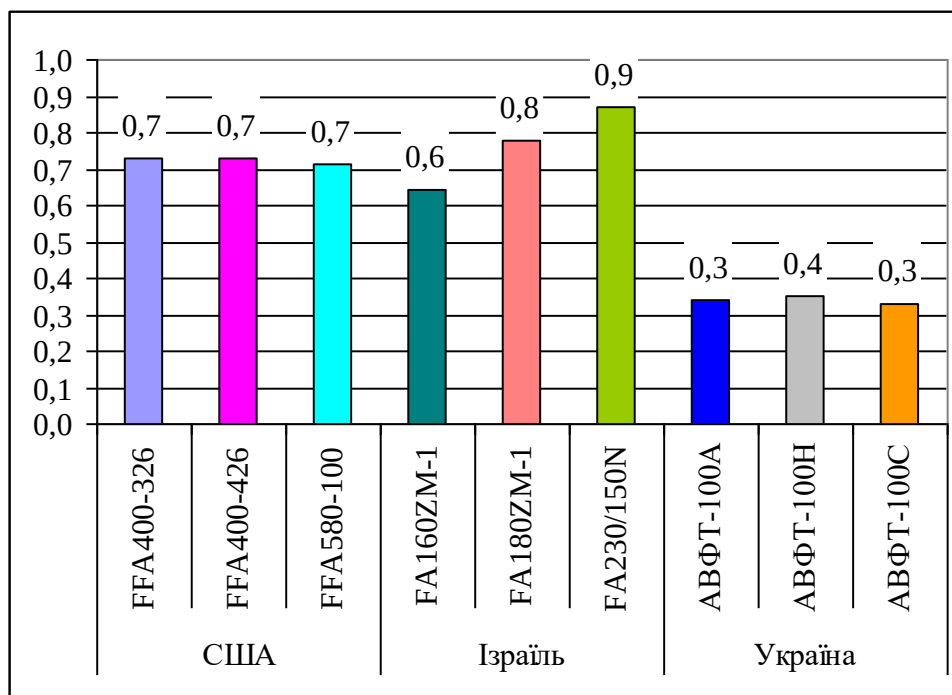
Країна виробник	Тип ФВУ (А)	Середньозважений показник
США	FFA400-326	0,729
	FFA400-426	0,729
	FFA580-100	0,711
Ізраїль	FA160ZM-1	0,645
	FA180ZM-1	0,777
	FA230/150N	0,873
Україна	АВФТ-100А	0,340
	АВФТ-100Н	0,353
	АВФТ-100С	0,328

Узагальнення одержаних результатів розрахунків (таблиць 5, 6) дозволило побудувати гістограму (рисунок 2) пріоритетного ряду значень середньо-

зваженого показника рівня технічної досконалості зразків ФВУ (А) за країнами виробниками.



а.



б.

Рисунок 2 – Гістограма значень середньозваженого показника рівня технічної досконалості зразків ФВУ (А): а – для польових таборів та стаціонарних об'єктів; б – для транспортних засобів

Аналіз даних (рисунок 2) показав, що найкращими за рейтингом рівня технічної досконалості виявилися зразки, які представляють США та Ізраїлю. За рейтингом вітчизняні зразки, що використовуються в Україні, серед обраних типів ФВУ (А)

займають поки ще останнє місце. При цьому, існує стійка тенденція щодо їх морального та фізичного старіння. Тому доцільно визначитись із подальшими перспективами розвитку засобів даного типу. Вони потребують глибокої модернізації.

Висновки

Таким чином, за результатами порівняння можна зробити висновок, що для наближення до найкращих однотипних зразків ФВУ (А), які на цей час використовуються в Україні, необхідні технічні рішення, які покращать вказані показники та дозволять їх підвищити до мінімально потрібного рівня за умов

фінансових обмежень, що і може розглядатися як перспективний напрямок розвитку засобів даного типу.

Як напрямок подальших досліджень може бути оцінювання ефективності функціонування вказаних засобів із використанням імітаційних моделей, наприклад JCATS [11].

Список використаних джерел

1. Фільтровентиляційні установки (агрегати) стаціонарні та на бронеоб'єктах / О. В. Галак, Г. В. Каракуркчі, Я. В. Грибинюк // Системи озброєння і військової техніки. – 2016. – № 4 (48). – С. 5-9.
2. Фільтровентиляційні установки сучасності на бронеоб'єктах типу Т-64 / О. В. Галак, Г. В. Каракуркчі, Ю. Ю. Кошкарів. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2017. – № 1 (50). – С. 147-150.
3. Фільтровентиляційні установки на бронеоб'єктах іноземних держав світу / О. В. Галак, Г. В. Каракуркчі, М. Д. Сахненко, С. М. Меньшов // Системи озброєння та військова техніка. – Харків: ХНУПС. – 2017. – № 1 (49). – С. 92-95.
4. Перспективи використання ультрафіолетових світло діодів для нейтралізації небезпечних хімічних речовин / О. В. Галак, М. Д. Сахненко, М. В. Ведь, С. М. Меньшов, С. В. Касьян. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2019. – №1(59). С. 111-117
5. Методи очищення газових викидів від хімічно-небезпечних речовин для підвищення ефективності фільтрувальних систем. / О. В. Галак, М. Д. Сахненко, Г. В. Каракуркчі, О. В. Матикін, О. В. Косарев, Вісник Національного Технічного
- Університету «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів, 2018. № 18 (1294). С. 89-93
6. COY MHC 75.2-00013528-004:2010
7. Products. Air purification. CBRN Protection. URL: <http://www.hdtglobal.com/series/air-purification/>
8. Ventilation nbc/cbrn/co filtration – vehicles. URL: <https://www.beind.com/ventilation-nbc-cbrn-co-filtration/>
9. Фильтровентиляционные установки фву для подвижных объектов вооружения и военной техники. URL: <http://selton.in-create.online/en/products/filtroventilyacziionnye-ustanovki-fvudlya-podvizhnyh-obektov-vooruzheniya-i-voennoj-tehniki/>
10. Черних І. В. Оперативні розрахунки завдань інженерного забезпечення. Методики та приклади: навч.-метод. посіб. для слухачів ВВНЗ / [І.В. Черних, В.І. Коцюруба, В.М. Філь та інші]. К.: НУОУ. 2016. 152 с.
11. Бобильов В. Є. Використання програми імітаційного моделювання «Об'єднаний імітатор конфліктних і тактичних ситуацій»: навч. посіб. / [під заг. ред. В.Є. Бобильова]. К.: НУОУ. 2012. 197 с.
12. Засоби індивідуального і колективного захисту / О. І. Чмут, А. І. Баталов, Г. В. Сахаров, І. М. Мартинюк. – Х.: ХІТБ, 2004. – 272 с.

Сравнительный анализ средств коллективной защиты органов дыхания и перспективные направления развития

**Владимир Коцюруба * ^{1 A}; Руслан Борта ^{2 A}; Богдан Тертышный ^{3 A};
Валерий Слободян ^{4 B}**

***Corresponding author:** ¹ Доктор технических наук, профессор, професор кафедры, e-mail: kotcuru@ukr.net, ORCID: 0000-0001-6565-9576

² Адъюнкт кафедры оперативного и боевого обеспечения, e-mail: bortarus@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6090-9089

³ Адъюнкт кафедры оперативного и боевого обеспечения, e-mail: hlor2007@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9060-761X

⁴ Преподаватель кафедры инженерных специальных работ, e-mail: valerijislobodyan@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5128-0626

^A Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, пр-т Воздухофлотский, 28, г. Киев, 03049, Украина

^B Национальная академия сухопутных войск имени гетмана Петра Сагайдачного, улица Героев Майдана, 32, м. Львов, 79026, Украина

Аннотация

В статье приведены результаты сравнительного анализа тактико-технических характеристик образцов фильтровентиляционного оборудования и агрегатов отечественных и ведущих стран мира, используемых для обеспечения коллективной защиты людей в условиях ведения боевых действий. Опыт военных конфликтов современности, антитеррористической операции и операции Объединенных сил на востоке страны свидетельствует о том, что при тщательной подготовке операции (боя, боевых действий), массовые разрушения объектов инфраструктуры, а именно объектов атомной энергетики и химической промышленности, как правило, приводит к неоправданным потерям среди военнослужащих и гражданского населения. Обеспечение коллективной защиты в таких условиях становится возможным благодаря укрытию людей в закрытых помещениях, для обеспечения жизнедеятельности в которых используют фильтровентиляционное оборудование и агрегаты. На основе полученных результатов обоснованно перспективные направления развития средств данного типа.

Ключевые слова: защита, фильтровентиляция, вентиляционные установки, оценка, метод, уровень, радиационная, химическая, биологическая защита.

Comparative analysis of collective respiratory protection means and promising directions of development

**Volodymyr Kotsyuruba * ^{A 1}; Ruslan Borta ^{A 2}; Bogdan Tertyshny ^{A 3};
Valery Slobodyan ^{B 4}**

***Corresponding author:** ¹ Prof., Dr of Sciences (Technical), Professor of the Department, e-mail: kotcuru@ukr.net, ORCID: 0000-0001-6565-9576

² PhD student of the Department of Operational and Combat Support, e-mail: bortarus@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6090-9089

³ PhD student of the Department of Operational and Combat Support, e-mail: hlor2007@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9060-761X

⁴ Lecturer of the Department of Engineering Special Works, e-mail: valerijislobodyan@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5128-0626

^A National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniachovskyi, 28, Povitroflotsky, ave, Kyiv, 03049, Ukraine

^B Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, 32, Heroiv Maidan, st., Lviv, 79026, Ukraine

Abstract

The article presents the results of a comparative analysis of tactical and technical characteristics of samples of domestic and the best leading countries in the world of filter ventilation equipment and units used to ensure the collective protection of people in combat. The experience of modern military conflicts, anti-terrorist operation and Joint Forces operation in the east of the country shows that with careful preparation of the operation (battle, hostilities), mass destruction of infrastructure, namely nuclear energy and chemical industry, as a rule, it leads to unjustified losses among servicemen and civilians. Providing collective protection under such conditions becomes possible due to the shelter of people in closed storage facilities, which ensure the viability of which use filter ventilation equipment and units. On the basis of the obtained results the perspective directions of development of means of this type are substantiated.

Key words: protection, filter ventilation, ventilation units, assessment, method, level, radiation, chemical, biological protection.

References

1. Galak O. V., Karakurkchi G. W., Hrybnyiuk Y. V. (2016) Filter-ventilation installations (units) stationary and on armored objects. *Weapons and military equipment systems*. № 4 (48). P. 5-9.
2. Galak O. B., Karakurkchi G. W., Koshkarov Y. Y. (2017) Modern filter-ventilation installations on armored objects of the T-64 type. *Collection of scientific works of Kharkiv National University of the Air Force*. № 1 (50). P. 147-150.
3. Galak O. B., Karakurkchi G. W., Sakhnenko M. D., Menshov S. M. (2017) Filter-ventilation installations on armored objects of foreign countries of the world. *Weapons systems and military equipment*. Kharkiv: KhNUPS. № 1 (49). P. 92-95.
4. Galak O. V., Sakhnenko M. D., Ved' M. V., Men'shov S. M., Kas'yan S. V. (2019) Prospects for the use of ultraviolet light emitting diodes to neutralize hazardous chemicals. *Collection of scientific works of Kharkiv National University of the Air Force*. № 1 (59). Pp. 111-117.
5. Galak O. V., Sakhnenko M. D., Karakurkchi H. V., Matykin O. V., Kosarev O. V. (2018) Methods of purification of gaseous emissions from chemically hazardous substances to increase the efficiency of filtration systems. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Innovative research in scientific works of students*, 2018. № 18 (1294) p. 89-93
6. SOU MNS 75.2-00013528-004: 2010
7. Products. Air purification. CBRN Protection. Available from: <http://www.hdtglobal.com/series/air-purification/>
8. Ventilation nbc/cbrn/co filtration – vehicles. Available from: <https://www.beind.com/ventilation-nbc-cbrn-co-filtration/>
9. FVU filter ventilation systems for mobile weapons and military equipment. Available from: <http://selton.in-create.online/en/products/filtroventilyacziennye-ustanovki-fvudlya-podvizhnyh-obektov-vooruzheniya-i-voennoj-tehniki/>
10. Chernykh I. V. Operational calculations of engineering support tasks. Methods and examples: teaching method. way. for students of higher educational institutions / [I. V. Chernykh, V. I. Kotsyuruba, V. M. Phil and others]. Kyiv: NUOU. 2016. 152 p.
11. Bobilov V.E. Using the simulation program "Joint simulator of conflict and tactical situations": textbook. way. / [under the general. ed. V.E. Bobilov]. Kyiv: NUOU. 2012. 197 p.
12. Chmut O. I., Batalov A. I., Sakharov G. V., Martyniuk I. M. Means of individual and collective protection. Kharkiv: HITV, 2004. 272