

В.М. Сенаторов, Є.А. Колотухін, К.В. Мегей

ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ

Анотація. В доповіді наведено методики розрахунку оптичних каналів монокуляру і системи доповненої реальності, які складають апаратуру члена ремонтної бригади, який виконує ремонтні роботи зовні транспортного засобу в нічних умовах бойових дій, з врахуванням фізіологічних особливостей людини, зокрема антропометрії і зорової системи, і технологію її застосування. При виборі полів зору монокуляру і системи доповненої реальності враховуються розміри зони ясного бачення людини і роздільна здатність ока в умовах низької освітленості. При виборі меж глибини простору, що чітко відображається на фотокатоді ЕОП, враховується довжина руки людини. При виборі відстані між оптичними осями каналів береться до уваги середня база очей людини.

Ключові слова: монокуляр нічного бачення, система доповненої реальності, ремонт, нічні умови.

Abstract. Methods dealing with both night vision monocular and augmented reality system design (they are the elements of facility of repair team member, which execute the repair works out transport vehicle at night conditions of combat actions) are presented in report taking into account the human physiological peculiarities, particularly his anthropometric and viewing system. A technology of that facility application is described there too. Dimensions of human clear viewing zone and eye resolution ability at low illumination conditions are taken into account at choosing of monocular and augmented reality system viewing fields. Human hand length is taken into account at choosing of the limits of space depth which is imaging sharply on image converter. Average eye base is taken into consideration at choosing of distance between optical axes of monocular and augmented reality system.

Key words: night vision monocular, augmented reality system, repair, night conditions.

На сьогодні ремонт військової техніки, що вийшла з ладу в умовах бойових дій, як правило проводиться в нічний час задля скритності робіт. При цьому обов'язково використовується ремонтна документація (РД, див. ГОСТ 2.602-95, який встановлює види, комплектність і правила виконання ремонтних документів). Якщо при ремонті всередині танку чи БТР користування РД не викриває місце проведення ремонту, то користування РД і ремонт зовні будь-якого транспортного засобу в умовах низької освітленості потребує засоби підсвічування. Це пояснюється тим, що людське око не здатне розгледіти дрібні деталі при освітленості менше 10^{-3} лк (зоряне небо) [1]. Однак при цьому зростає вірогідність виявлення і ураження цієї техніки та особового складу, який проводить ремонт. Тому при ремонті зовні транспортного засобу в умовах низької освітленості на перше місце висуваються заходи світломаскування - вибір місця для ремонту, яке не проглядається оптичними засобами супротивника, застосування маскувальних сіток і таке інше [2].

З цієї точки зору безумовну перевагу мають прилади нічного бачення (ПНБ), які кріпляться на голові оператора [3]. Сучасні ПНБ дозволяють спостерігати оточуючий простір в умовах низької освітленості, яку утворюють на Землі природні джерела – Місяць і зоряне небо. Зокрема, освітленість фона на площині, що нормальна до напрямку падіння світла, в залежності від кута сходження повного Місяця над горизонтом при ясній погоді змінюється від $4 \cdot 10^{-4}$ до $4 \cdot 10^{-1}$ лк. В ясну безмісячну ніч основним джерелом світла є зорі, які утворюють на землі освітленість до $2 \cdot 10^{-4}$ лк. Основу ПНБ складає електронно-оптичний перетворювач (ЕОП), який підсилює низький рівень яскравості. За прийнятою термінологією ЕОП класифікуються за трьома поколіннями з проміжними класами. В сучасних ПНБ використовуються ЕОП II+ і III покоління (чутливість фотокатоду до 2700 мА/лм, коефіцієнт підсилення до $6 \cdot 10^4$, роздільна здатність до 72 мм^{-1} , діаметр фотокатода 18 мм, електронне збільшення -1^x).

Вирішити проблему скритого користування РД зовні транспортного засобу, на думку авторів, можна за рахунок впровадження технології системи доповненої реальності (СДР) [4].

Мета доповіді – аналіз сучасного стану засобів нічного бачення та СДР, оцінка можливості застосування їх при ремонті військової техніки в умовах бойових дій і низької освітленості та синтез допоміжної апаратури члена ремонтної бригади.

Як видно з наведеного вище, допоміжна апаратура члена ремонтної бригади, який виконуватиме ремонтні роботи зовні транспортного засобу в нічних умовах, має містити два канали: нічний канал спостереження місця пошкодження і канал вводу в поле зору оператора ремонтної документації. Перший канал являє собою монокуляр нічного бачення 1, другий – систему доповненої реальності 6 (рис.).

Обидва канали розміщуються на шоломі/голові члена ремонтної бригади. Для того, щоб апаратура могла використовуватись члени ремонтної бригади з різною базою очей без додаткового юстування, необхідно, щоб відстань між оптичними осями монокуляру 1 і СДР 6 дорівнювала середньому значенню бази очей людини, тобто 64 мм [5], а діаметри вихідних зіниць окулярів 5 і 8 дорівнювали 8 мм.

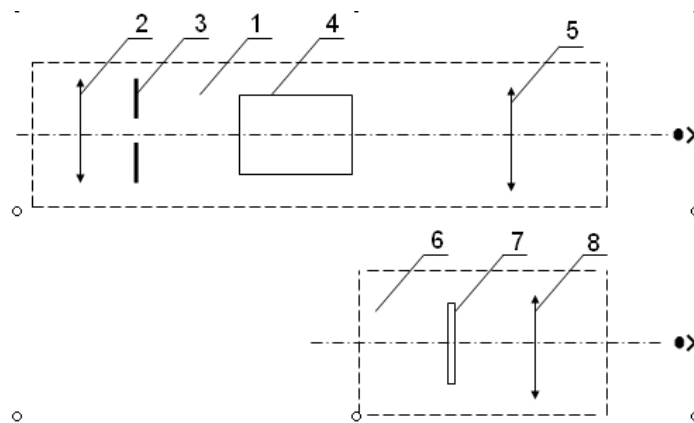


Рис. Структурна схема апаратури: 1 – монокуляр в складі: об'єктиву 2, ірисової діафрагми 3, ЕОП 4, окуляра 5; 6 – СДР в складі: дисплею 7, окуляра 8

Для того, щоб член ремонтної бригади чітко бачив усю інформацію, що вводиться в поле зору його очей, поле зору окулярів 5 і 8 не повинно перевищувати зону ясного бачення ока людини, тобто 37° [5]. При відомому діаметрі фотокатода ЕОП, рівному 18 мм, і електронному збільшенні ЕОП -1^x - фокусна відстань окуляру 5 становить 27 мм.

Для того, щоб оператор був в змозі користуватись протигазом під час ремонту, відстань очей від останньої поверхні окулярів має перевищувати 20 мм.

Задля мінімізації габаритів СДР доцільно використовувати окуляр 8 з відносним отвором 1:1, а фокусна відстань окуляру 8 повинна перевищувати 21,4 мм.

Для забезпечення нормальної просторової орієнтації члена ремонтної бригади фокусна відстань об'єктива 2 повинна дорівнювати фокусній відстані окуляра 5, тобто 27 мм, а поле зору 37° .

Для того, щоб член ремонтної бригади розрізняв на екрані ЕОП дрібні деталі, кружок розсіювання, створений об'єктивом 2 на фотокатоді (з урахуванням електронного збільшення ЕОП), має корелювати з розрізнявальною здатність ока при низькій яскравості фону, яка становить 0,00177 мрад [5], і має дорівнювати 0,048 мм.

Для управління глибиною простору, що чітко відображається на фотокатоді ЕОП, в структурі допоміжної апаратури слід передбачити ірисову діафрагму 3 (рис.), яка використовується в залежності від необхідної глибини простору, в межах якого чітко спостерігається місце ремонту.

В Україні є усі передумови для створення такої апаратури, враховуючи досвід Казенного підприємства спеціального приладобудування «Арсенал» зі створення нашоломних індикаторів [6] і монокуляр нічного бачення МНБ-1, МНБ-1.00, розроблений ТОВ «UA.RPA» на основі ЕОП 2+ покоління (діаметр фотокатода і екрану 18 мм.) [7].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Чиж І.Г.* Автоматизована об'єктивна рефрактометрія ока з визначенням обсягу псевдоакомодації. Монографія./ Чиж І.Г., Сенаторов В.М., Голембовський О.О. //Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2020. – 120 с.
2. *Білецька А.В.* Ремонт та відновлення автомобільної і бронетанкової техніки в умовах бойових бій в нічний час./ Білецька А.В.// Тези доповідей на VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми координації воєнно-технічної та оборонно-промислової політики в Україні. Перспективи розвитку озброєння та військової техніки», ЦНДІ ОВТ ЗСУ, Київ, 13-16 жовтня 2020 р., с. 24-25.
3. *Волков В.Г.* Наголовные приборы ночного видения./ Волков В.Г. //Специальная техника. №4. – 2009. – С. 45-57.
4. *Slyusar V.* Augmented reality in the interests of ESMRM and munitions safety. Coordination problems of military technical and defensive industrial policy in Ukraine. Weapons and military equipment development perspectives/VII International Scientific and Practical Conference. Abstracts of reports. October 8-10, 2019. – Kyiv. – P. 193-194.
5. *Справочник конструктора оптико-механических приборов /* Под ред. Кругера М.Я. и Панова В.А. //Л-д: «Машиностроение», 1967.- 760 с.
6. Нашлемные системі целеуказання СУРА, СУРА-К, СУРА-М с индикацией. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://arsenal.com.ua/index.php/ru/produksiya-dlya-aviatsii/nashlemnye-sistemy-tseleukazaniya-i-indikatsii>. Дата звернення 07.10.2021.
7. Окуляри нічного бачення для водіїв бронетанкової техніки. Проспект ТОВ «UA.RPA». Київ. – 2020. – 1 с.

Сенаторов Володимир Миколайович, канд. техн. наук, доцент, старший наук. співробітник, Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ, e-mail: v.senatorov1945@i.ua, ORCID 0000-0001-5387-5693.

Колотухін Євген Анатолійович, старший наук. співробітник, Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ, e-mail: evgenkolot81@gmail.com, ORCID 0000-0002-9500-1932.

Мегей Катерина Василівна, наук. співробітник, Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ, e-mail: kmegey@gmail.com, ORCID 0000-0003-1866-297X.

Volodymyr M. Senatorov, PhD, Ass. Professor, senior scientist, Central Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, e-mail: v.senatorov1945@i.ua, ORCID 0000-0001-5387-5693.

Eugen A. Kolotykhin, senior scientist, Central Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, e-mail: evgenkolot81@gmail.com, ORCID 0000-0002-9500-1932.

Kateryna V. Megey, scientist, Central Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, e-mail: kmegey@gmail.com, ORCID 0000-0003-1866-297X.