

УДК 621.396:623.438.02

Гордиенко В.И., Хомченко А.Я.

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРИРОВАНИЯ ПАНОРАМНОГО ПРИЦЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА В СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ ОГНЕМ ТАНКА

В настоящее время развитие систем управления огнем (СУО) современных украинских танков проходит путем модернизации основного прицела наводчика и прицельно-наблюдательного комплекса командира. На разных этапах модернизации СУО характеристики этих прицелов улучшались, однако повышение эффективности танка сдерживалось из-за ограниченных поисковых возможностей прицельно-наблюдательного комплекса командира. Так, например, для расширения обзора командира по горизонту прицел ТКН-4С (ТКН-5) устанавливается на вращающуюся башенку правого люка танка, что позволяет обеспечить разворот прицела в секторе $\pm 45^\circ$ относительно нулевого положения, а для обеспечения стрельбы по воздушным целям применяется дополнительный зенитный прицел ПЗУ-7.

Другим направлением повышения боевой эффективности СУО танка является оснащение места командира панорамным прицелом. Панорамные прицелы дают дополнительные возможности по повышению эффективности поиска целей и ведения стрельбы танка [1]. В этом случае командир может использовать панорамный прицел независимо от наводчика и осуществлять командирское управление танком в любой ситуации.

Эволюция развития панорамных прицелов прошла путь от простых оптических устройств до многофункциональных круглосуточных прицельных комплексов интегрированных в СУО танка. Однако интегрирование многофункциональных панорамных прицелов в СУО танка требует проведения модернизации существующих СУО.

В данной работе рассмотрены особенности интегрирования панорамного прицельно-наблюдательного комплекса командира ПНК-6 в СУО современного танка.

Комплекс ПНК-6 [2], разработанный на Черкасском НПК «Фотоприбор», обеспечивает круговой поиск, обнаружение и опознавание целей, ведение прицельной стрельбы по наземным и низколетящим целям из зенитной установки, а также дублированное управление стрельбой из пушки и спаренного пулемета в дневное и ночное время. В состав комплекса ПНК-6 (см. рис. 1) входит прицел командира ТКН-6, электроблок ЭБ-6, блок управления головкой БУГ-6, блок коммутации БК-6 и датчик положения пушки с приводом параллелограммным.

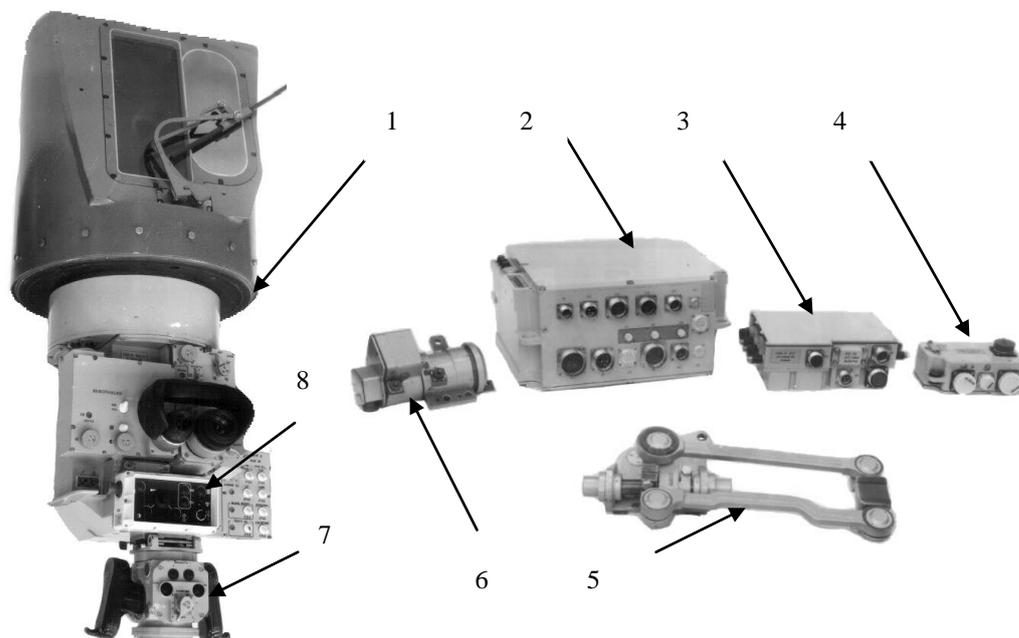


Рисунок 1 – Внешний вид составных частей комплекса ПНК-6

1 – прицел ТКН-6; 2 – электроблок ЭБ-6; 3 – блок управления головкой БУГ-6;
4 – блок коммутации БК-6; 5 – привод параллелограммный, 6 – датчик положения пушки,
7 – пульт наведения, 8 – пульт управления ТПВ-камеры

Основные технические характеристики комплекса ПНК-6 приведены в таблице 1.

Прицел ТКН-6 представляет собой панорамный телескопический прицел визуального наблюдения с независимой стабилизацией поля зрения в двух плоскостях с совмещенным лазерным дальнометром. Для обеспечения поиска целей в ночное время суток и затрудненных метеоусловиях используется тепловизионный канал наблюдения, который разработан на основе применения тепловизионной (ТПВ) камеры «CATHERINE-FC» производства французской фирмы «Thales». Видеоизображение ТПВ-камеры выводится на микромонитор прицела ТКН-6, изображение которого вместе со служебной информацией проецируется в поле зрения окуляра информационного.

Таблица 1 – Основные технические характеристики комплекса ПНК-6

Система стабилизации: – тип стабилизатора – погрешность стабилизации, мрад	двухстепенной 0,05
Углы наведения линии визирования: – по азимуту – по вертикали	n×360° -20° ÷ 60°
Визуальный канал: – тип – кратность увеличения – поле зрения – дальность обнаружения цели типа «танк», м	оптический 1,2 ^x ; 6,0 ^x ; 12,0 ^x 30,0°; 10,0°; 5,5° 5500
Тепловизионный канал: – спектральный диапазон, мкм – угловое поле зрения – дальность обнаружения цели типа «танк», м	8–12 9,00°×6,75°; 3,00°×2,25°; 5000
Дальномерный канал: – длина волны излучения, мкм – диапазон измерения дальности, м – среднеквадратическая погрешность измерения, м	1,06 200–9500 5

Структурная схема интегрирования панорамного комплекса ПНК-6 в систему управления огнем танка приведена на рисунке 2.

Особенностью панорамного прицела ТКН-6 является необходимость обеспечения кругового обзора, за счет вращения устройства наблюдения. В данном случае, устройство наблюдения представляет собой головную часть прицела ТКН-6 (блок головки), в котором располагаются стабилизатор головного зеркала (поля зрения), обеспечивающий стабилизацию и наведение линии визирования и датчики углового положения головного зеркала, измеряющие положение линии визирования относительно осей стабилизации по высоте и горизонту. Учитывая, что стабилизатор поля зрения обеспечивает наведение головного зеркала по горизонту в пределах $\pm 8^\circ$, то в систему наведения линии визирования по горизонту прицела введен дополнительный контур слежения блока головки за угловым положением головного зеркала с обеспечением реверсивного кругового вращения. Для этого в структуру системы наведения панорамного прицела ТКН-6 введены датчик положения блока головки, цифровые преобразователи сигналов датчиков углового положения головного зеркала и блока головки и микроконтроллер, управляющий следящим приводом блока головки.

Привод блока головки представляет собой следящий контур, замкнутый через датчик углового положения блока головки. Для эффективного подавления возмущающего воздействия в прицеле ТКН-6 реализовано комбинированное управление приводом блока головки, при котором в управляющее воздействие наряду с заданным перемещением вводится производная от него (скорость вращения блока головки), позволяющее значительно снизить ошибку задающего воздействия. Для этого вместе с задающим воздействием в контур управления приводом блока головки вводится сигнал коррекции пропорциональный скорости вращения блока головки, полученный в результате вторичной обработки сигналов углового положения головного зеркала и блока головки. Разработанная микропроцессорная система управления следящим приводом блока головки обеспечивает следующие характеристики канала наведения линии визирования:

- минимальную угловую скорость слежения, не более – 0,05 °/с;
- максимальную угловую скорость слежения, не менее – 20 °/с;
- скорость переброса, не менее – 40 °/с;
- максимальное ускорение, не менее – 110 °/с;
- максимальную ошибку слежения, не более – 30''.

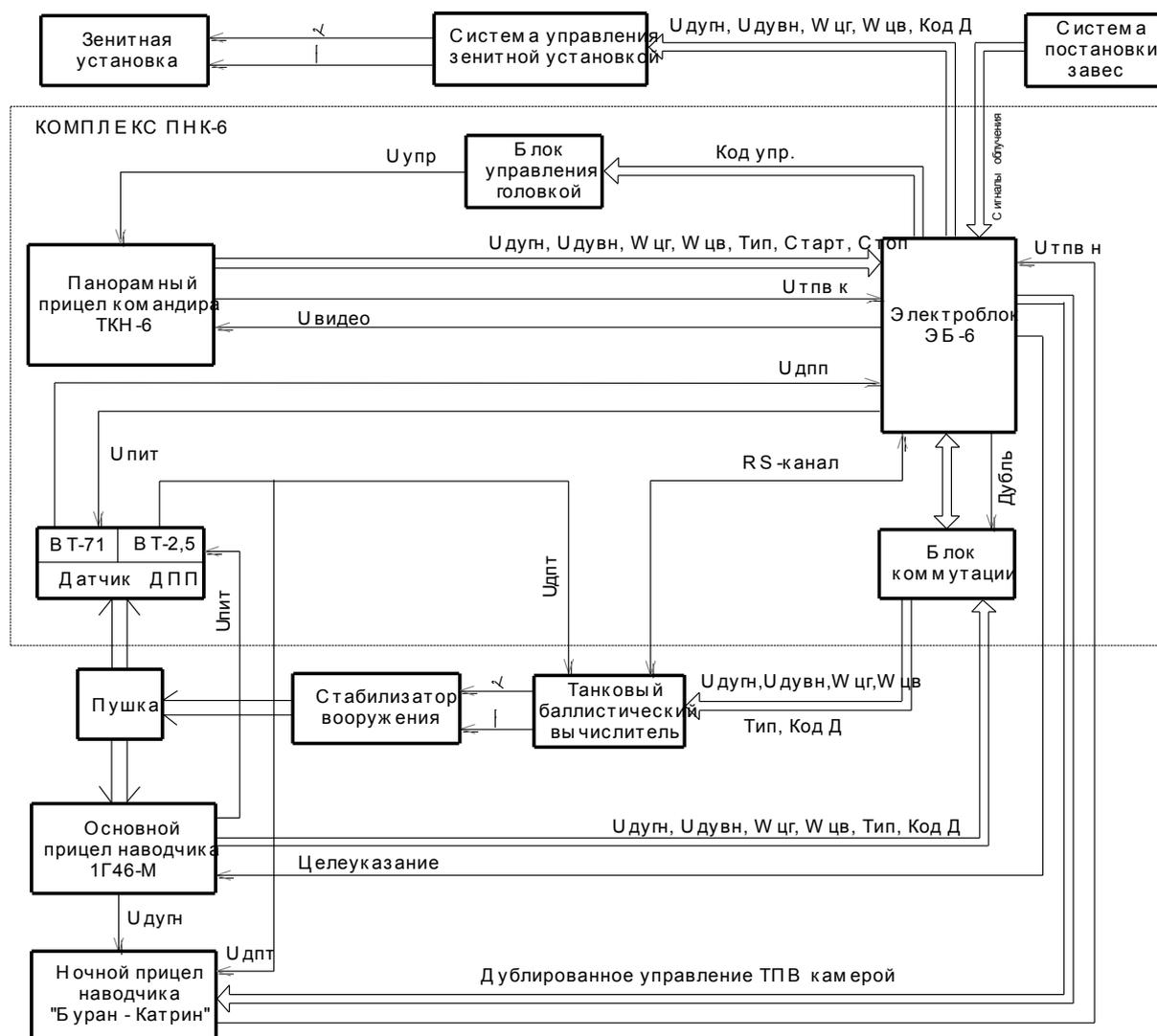


Рисунок 2 – Структурная схема интегрирования панорамного комплекса ПНК-6 в систему управления огнем танка

Другой особенностью применения панорамного прицела в СУО танка является необходимость предоставления командиру танка в режиме кругового наблюдения информацию об ориентации положения линии визирования панорамного прицела относительно направления пушки по горизонту и движения танка. В прицеле ТКН-6 применена система визуализации информации об угловом положении линии визирования в виде индексов, и условных изображений корпуса танка, башни (направления пушки по горизонтали) и линии визирования. В качестве базы отсчета ориентирования линии визирования выбрано направление пушки по горизонту (положение башни), относительно которой производится ориентирование линии визирования и направления движения танка (положение корпуса танка). При этом информация в виде изображения условных индексов (положения башни в виде неподвижного индекса, а направления линии визирования и движения танка в виде вращающихся индексов) выводится на экран микромонитора окуляра информационного. На рисунке 3 представлен вид служебной информации отображаемой в поле зрения окуляра информационного.

Кроме информации об ориентации линии визирования в поле зрения окуляра информационного выводится информация о рабочем состоянии комплекса ПНК-6 и сопряженных с комплексом систем танка, а именно:

- индексы установленного режима работы комплекса – «НАБЛ» (наблюдение), «ДУБЛЬ» (дублированное управление стрельбой), «ЗУ» (управление стрельбой из зенитной установки); «ЦУ» (целеуказание»);
- индексы выбранного типа снаряда в режиме дублированного управления – «Б» (бронебойный), «О» (осколочный), «Н» (кумулятивный), «У» (управляемый), «П» (стрельба из спаренного с пушкой пулемета);
- индекс готовности пушки к выстрелу – «▲»;
- индекс готовности дальномера к работе – «Д»;
- значение измеренной дальности до цели в метрах – «2570» (в виде 4-х знакомест);
- индексы количество целей находящихся в створе излучения дальномера, дальность до которых измерена (не более трех) – «●●●» (индекс цели, значение дальности до которой высвечивается в окуляре информационном – мигает);
- значения угла прицеливания и упреждения, вычисленные танковым баллистическим вычислителем – « $\alpha = 05$ » и « $\beta = -32$ ».
- индексы обнаружения лазерного облучения танка – «←→» (четыре стрелки расположенные симметрично вокруг индекса башни танка, при наличии облучения индекс стрелки мигает и показывает направление лазерного источника излучения).

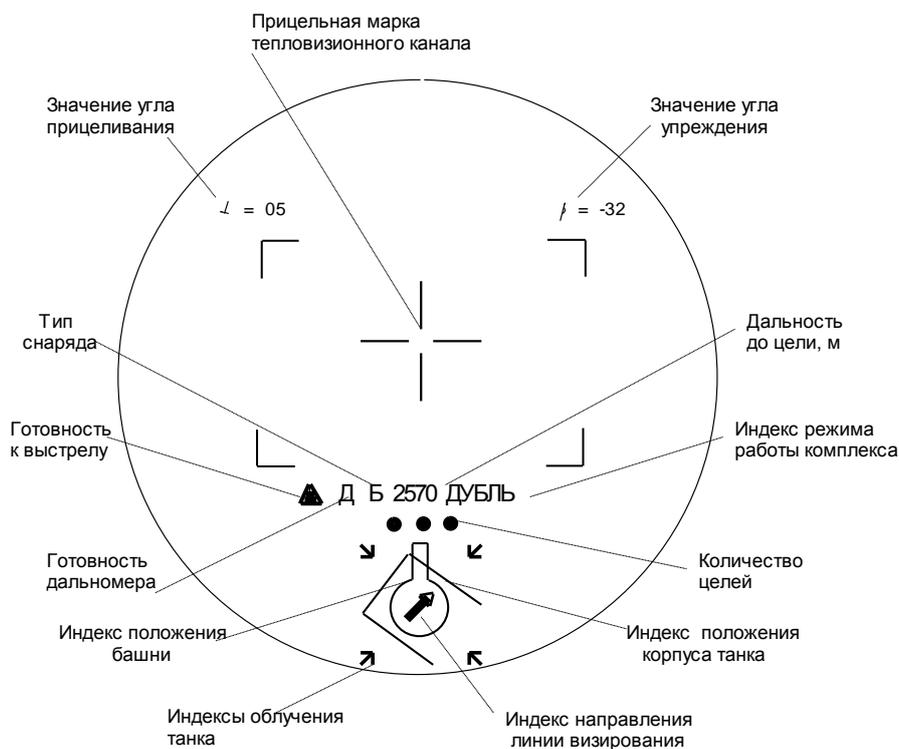


Рисунок 3 – Вид служебной информации отображаемой в поле зрения окуляра информационного

С помощью формирователя служебной информации, расположенного в электроблоке ЭБ-6, обеспечивается формирование видеосигнала служебной информации, который смешивается с видеосигналом ТПВ-камеры и поступает на микромонитор окуляра информационного. В случае затемнения изображения служебной информацией предусмотрена возможность оперативного выключения служебной информации, а также возможность отображения служебной информации при выключенной ТПВ-камере. Это позволило без усложнения работы командира интегрировать комплекс ПНК-6 в систему управления огнем танка и обеспечить совместную работу со следующей аппаратурой танка:

- баллистическим вычислителем;

– автоматом заряджання пушки;
 – зенитної установкою;
 – системою постановки завес, входящої в комплекс оптико-електронного противодейства «Варта».

Особенностью визуального канала наблюдения панорамного прицела ТКН-6 является наличие трех ступеней увеличения – $1,2^x$; $6,0^x$ и $12,0^x$, а также обеспечение выдачи целеуказания наводчику на выбранную командиром цель. Это позволяет командиру оптимизировать процесс поиска и обнаружение целей. Для быстрого обзора и выявления участков возможного нахождения целей служит первая ступень увеличения $1,2^x$, обеспечивающая большое поле зрения прицела в пределах не менее 30° . Для обнаружения и опознания целей предназначены вторая и третья ступени увеличения $6,0^x$ и 12^x . Наличие 12-ти кратного увеличения визуального канала обеспечивает обнаружение целей на дальностях, превышающих дальность прицельной стрельбы противника, а также возможность точного прицеливания, особенно при стрельбе в процессе движения танка.

Известно [3], что при непрерывном (круговом) просмотре поля поиска, превышающем угловое поле зрения, вероятность обнаружения цели зависит от допустимой скорости поиска (скорости наведения линии визирования), которая в свою очередь зависит от параметров цели: её контраста с фоном, углового размера и угловой скорости. Т.е. вероятность обнаружения цели зависит не только от оптических параметров визуального канала наблюдения, но и методов наведения линии визирования на цель. Используя подход о допустимой скорости поиска цели, в системе наведения линии визирования панорамного прицела ТКН-6 реализован способ адаптивного управления скоростью наведения [4], который предусматривает автоматическое регулирование скорости наведения в соответствии с допустимым значением скорости поиска.

Способ базируется на схемотехнической реализации аналитического выражения для определения максимальной скорости наведения $\omega_{\max}^{пл}$ линии визирования прицела, в соответствии с изменением кратности увеличения оптической системы наблюдения и дальности до цели:

$$\omega_{\max}^{пл} = \begin{cases} k\omega_{\partial}/\Gamma_{oc} ; \text{ при } D_{ц} \geq D_{\max} \\ k\omega_{\partial}/\Gamma_{oc} \times \sqrt{\left(D_{\max}/D_{ц}\right)^3} ; \text{ при } D_{ц} \leq D_{\max} \end{cases} ,$$

где k – коэффициент пропорциональности; ω_{∂} – допустимая скорость наведения линии визирования при однократном увеличении оптической системы наблюдения; Γ_{oc} – кратность увеличения оптической системы наблюдения; $D_{ц}$ – дальность до объекта; D_{\max} – максимальная дальность обнаружения объекта.

В режиме наблюдения и поиска цели регулирование угловой скорости наведения осуществляется в соответствии с изменением кратности увеличения оптической системы наблюдения, а в режиме дублированного управления вооружением танка – с учётом измеренной дальностью до цели. Причем сброс ограничения скорости наведения обеспечивается автоматически при повороте пульта наведения на углы включения максимальной скорости наведения по высоте и направлению, а также после сброса значения дальности до цели. Регулирование максимальной плавной скорости наведения линии визирования прицела ТКН-6 обеспечивается в диапазоне от $0,25$ до 3 $^\circ/\text{с}$. Это позволяет повысить вероятность обнаружения цели при поиске и увеличить точность слежения за движущейся целью, а, следовательно, и точность ведения прицельной стрельбы в режиме дублированного управления.

Кроме того, увеличение углов наведения линии прицеливания по вертикали до 60° , а максимальной скорости наведения до 10 $^\circ/\text{с}$ обеспечивает возможность использования прицела ТКН-6 для управления стрельбой из зенитной установки. Это позволяло исключить из состава СУО танка зенитный прицел ПЗУ-7, а также повысить эффективность стрельбы из зенитной установки за счет расширения сектора стрельбы и независимой двух плоскостной стабилизации поля зрения прицела ТКН-6. Управление прицельной стрельбой из зенитной установки (см. рис. 2) осуществляется с помощью системы управления зенитной установкой (блок СУЗУ). При наведении линии визирования на цель сигналы пропорциональ-

ные угловому положению цели по горизонту (Удугн) и высоте (Удувн), угловой скорости цели по горизонту (Wгн) и высоте (Wвн), а также измеренная дальность до цели (Код Д) формируемые прицелом ТКН-6, по цифровому каналу обмена поступают в блок СУЗУ. Блок СУЗУ рассчитывает углы прицеливания α и упреждения β зенитной установки и управляет её наведением на цель.

Конструктивной особенностью реализации дублированного управления стрельбой из пушки и спаренного пулемета с места командира является формирование комплексом ПНК-6 управляющих сигналов, поступающих на танковый баллистический вычислитель (ТБВ), идентичным сигналам основного прицела наводчика 1Г46-М. Это позволяет без доработок прицела наводчика и ТБВ реализовать дублированное управление с места командира за счет ввода блока коммутации БК-6, который обеспечивает коммутацию сигналов управления (Удугн, Удувн, Wгн, Wвн, Код Д, Тип снаряда) формируемых прицелом 1Г46-М или прицелом ТКН-6 на вход ТБВ. Коммутация сигналов осуществляется по сигналу «Дубль», формируемого при включении командиром на приборе ТКН-6 режима дублированного управления.

Кроме того, при интеграции комплекса ПНК-6 в СУО танка необходимо было решить задачу обеспечения стрельбы управляемым снарядом с места командира. В этом случае в режиме дублированного управления вооружением наведение линии визирования прицела «Бурани-Катрин» и основного прицела наводчика 1Г46-М осуществляется с помощью пульта наведения прицела командира ТКН-6. Одновременно тепловизионное изображение от прицела «Бурани-Катрин» поступает в прицел командира ТКН-6 и проецируется в информационном окуляре, обеспечивая командиру возможность наведения управляемого снаряда на цель по тепловизионному изображению цели от прицела наводчика.

Особенностью канала дальнометрирования панорамного прицела ТКН-6 является введение нескольких режимов селекции целей при измерении дальности, позволяющих вести эффективную борьбу с ложными измерениями дальности при воздействии как пассивных, так и активных помех, таких как:

- измерение дальности до первой цели;
- амплитудно-временная селекция отраженных импульсов с автоматическим выделением наиболее достоверного значения дальности до выбранной цели;
- стробирование целей по дальности (строб дальности 1400 м и 2400 м).

Измерение дальности до цели в прицеле ТКН-6 производится с помощью встроенного лазерного дальномера с длиной волны излучения 1,06 мкм, при этом обеспечивается возможность измерения дальности до трех целей находящихся в створе излучения дальномера. Дальность действия лазерного дальномера составляет от 200 до 9500 м, а среднеквадратическая погрешность измерения не более ± 5 м.

Значение измеренной дальности до цели и количество измеренных целей до трех, находящихся в створе излучения, индицируются на микромониторе в поле зрения окуляра информационного. При необходимости в любом из выше перечисленных режимах селекции целей обеспечивается возможность циклического перебора дальностей всех измеренных целей, последовательно нажимая на пульт наведения прицела ТКН-6 кнопку "Цель". Наличие различных режимов селекции целей и одновременное измерение дальности до трех целей позволяет вести эффективную борьбу с ложными измерениями дальности при воздействии как пассивных, так и активных помех.

Таким образом, использование панорамного прицельного комплекса командира ПНК-6 в составе современного танка позволяет за счет глубокой интеграции в систему управления огнем танка значительно повысить его эффективность и реализовать следующие режимы работы:

- круговое наблюдение, поиск целей и выдача наводчику целеуказаний;
- стрельба из зенитной установки (независимая от действий наводчика);
- дублированное управление стрельбой из пушки;
- дублированное управление стрельбой из пулемета, спаренного с пушкой;
- дублированное управление стрельбой из пушки по тепловизионному изображению от ночного прицела наводчика, в том числе стрельба управляемым снарядом с места командира;
- одновременное измерение дальности до трех целей с обеспечением автоматической и ручной селекции целей;
- слежение за полем зрения наводчика;
- управление системой постановки дымовых завес.

Необходимо отметить, что модульный принцип построения конструкции комплекса ПНК-6 позволяет проводить его дальнейшую модернизацию в следующих направлениях:

- использования различных типов ТПВ-камер;

- сокращения габаритных размеров головной части прицела при уменьшении требований к углам прокачки линии визирования по высоте;
- применения дальномера с безопасной длиной излучения 1,54 мкм;
- использования оптико-телевизионного визира;
- использования различных видов гироскопов.

Литература

1. Гордиенко В.И., Хомченко А.Я. Круговой обзор повышает живучесть танка // Defense express. Экспорт оружия и оборонный комплекс Украины. –К., 2007. –№7-8. –С. 62-63.
- 2 Пат. 49006 Україна, МПК F41G 3/02. Панорамний прицільно-спостережувальний комплекс ПНК-6 / Гордієнко В.І, Хомченко О.Я, Замосенчук В.М, Бурковський А.О., Голуб О.Г., Явнанов Ю.З. (Україна); Заявл. 09.11.2010; Опубл. 12.04.2010; Бюл. №7. –4 с.: іл.
3. Травникова Н.П. Эффективность визуального поиска. –М.: Машиностроение, 1985. –128 с.
4. Пат. 75129 Україна, МПК F41G 3/02. Спосіб наведення лінії прицілювання для систем керування озброєнням об'єктів бронетанкової техніки / Хомченко О.Я, Гордієнко В.І, Замосенчук В.М, Ревякін Л.Д. (Україна); Заявл. 17.10.2003; Опубл. 15.03.2006; Бюл. №3. –6 с.: іл.

УДК 621.396:623.438.02

Гордієнко В.І., Хомченко О.Я.

**ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕГРУВАННЯ ПАНОРАМНОГО ПРИЦІЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ
В СИСТЕМУ КЕРУВАННЯ ВОГНЕМ ТАНКА**

Описано панорамний прицільно-спостережувальний комплекс командира ПНК-6 призначений для модернізації системи керування вогнем танка.

Приведений опис конструкції, технічні характеристики, а також конструктивні особливості інтегрування комплексу в систему керування вогнем сучасного танка.

Gordienko V., Khomchenko A.

**PECULIARITIES OF PANORAMIC SIGHT COMPLEX INTEGRITY INTO THE FIRING CONTROL
SYSTEM OF THE TANK**

The panoramic sight – observation complex of PNK-6 commander is presented. It's applied for modernization of firing control system of the tank.

The construction description, technical characteristic, also peculiarities of panoramic sight complex integrity into the firing control system of modern tank are provided.