



КРУГЛОСУТОЧНАЯ ПАНОРАМНАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ВЕРТОЛЕТОВ

А.Бельский, Н.Жосан,
ОАО "Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля",
Моск.обл., пос.Томлино, mvz@mi-helicopter.ru;
www.mi-helicopter.ru;
Д.Брондз, К.Горбачев, В.Гребенщиков,
А.Каргаев,
Особое конструкторско-технологическое бюро
"Омега", Великий Новгород, omega@oktb-omega.ru;
www.oktb-omega.ru

Системы технического зрения нового поколения находят широкое применение. Рассмотрена новая оптико-электронная обзорная система панорамного типа для вертолетных комплексов. Описано структурно-функциональное и конструктивное исполнение системы КОС-17 применительно к модернизируемому вертолету Ми-171А2. Система, являясь функциональной подсистемой комплекса бортового оборудования вертолета, имеет в своем составе три телевизионных и три тепловизионных канала. Формируемые ими изображения "сшиваются" в единое телевизионное или тепловизионное изображение с угловым размером $30^\circ \times 120^\circ$, обеспечивая тем самым широкоугольную панораму передней полусферы по курсу полета вертолета. В системе предусмотрены выделение интересующего объекта (или сюжета) с помощью функции "окно" из общего панорамного видеоизображения с помощью электронного (бескинематического) наведения с увеличением, а также наложение телевизионного и тепловизионного изображения с улучшением ведения.

Современные вертолеты – одно из важных средств, обеспечивающих проведение поисково-спасательных операций, связанных с ликвидацией последствий природных бедствий и техногенных аварий, с работами в труднодоступных районах, на водных акваториях, с обнаружением воздушных судов, терпящих или потерпевших бедствие,

DAY/NIGHT SYNTHETIC VISION SYSTEM FOR HELICOPTERS

A. Belskiy, N. Zhosan,
Mil Moscow Helicopter Plant, Moscow Region,
Tomilino twn, mvz@mi-helicopter.ru,
www.mi-helicopter.ru;
D. Brondz, K. Gorbachev, V. Grebenshikov, A. Kargaev,
Special Engineering and Design Bureau Omega, Veliky
Novgorod, omega@oktb-omega.ru; www.oktb-omega.ru

The article presents new optoelectronic panoramic surveillance system for helicopter-borne systems. KOS-17 system structure, functions and design are considered in respect to being upgraded Mi-171A2 helicopter. It is mentioned that KOS-17 system as a helicopter avionics functional subsystem includes three television and three thermal imaging channels. Images, received from the channels, are being joined together, thus forming single TV image and thermal image with angular size $30^\circ \times 120^\circ$. Single image presents panoramic sight of front hemisphere on helicopter course. The system allows to highlight any object (or sight) of interest on panoramic video image by means of window function with electronic (non-kinematic) aiming and zoom, and overlay TV or thermal image with advanced tracking.

Modern helicopters are among important means of search and rescue operations during natural and industrial disaster clean-up, search and rescue operations in difficult access areas and water areas, detection of distressed and wrecked aircrafts, and aiding aircraft passengers and crews in distress.

Modern helicopter capabilities are defined not only by its flight characteristics, but as well by characteristics of integrated avionics suit, including observation and area scanning systems.

Object search during search and rescue operations is one of basic stages in the work of rescue and recovery services. Implementation of search, in turn, demands shortening of search time.

At present many foreign countries broadly use helicopter-borne optoelectronic observation systems

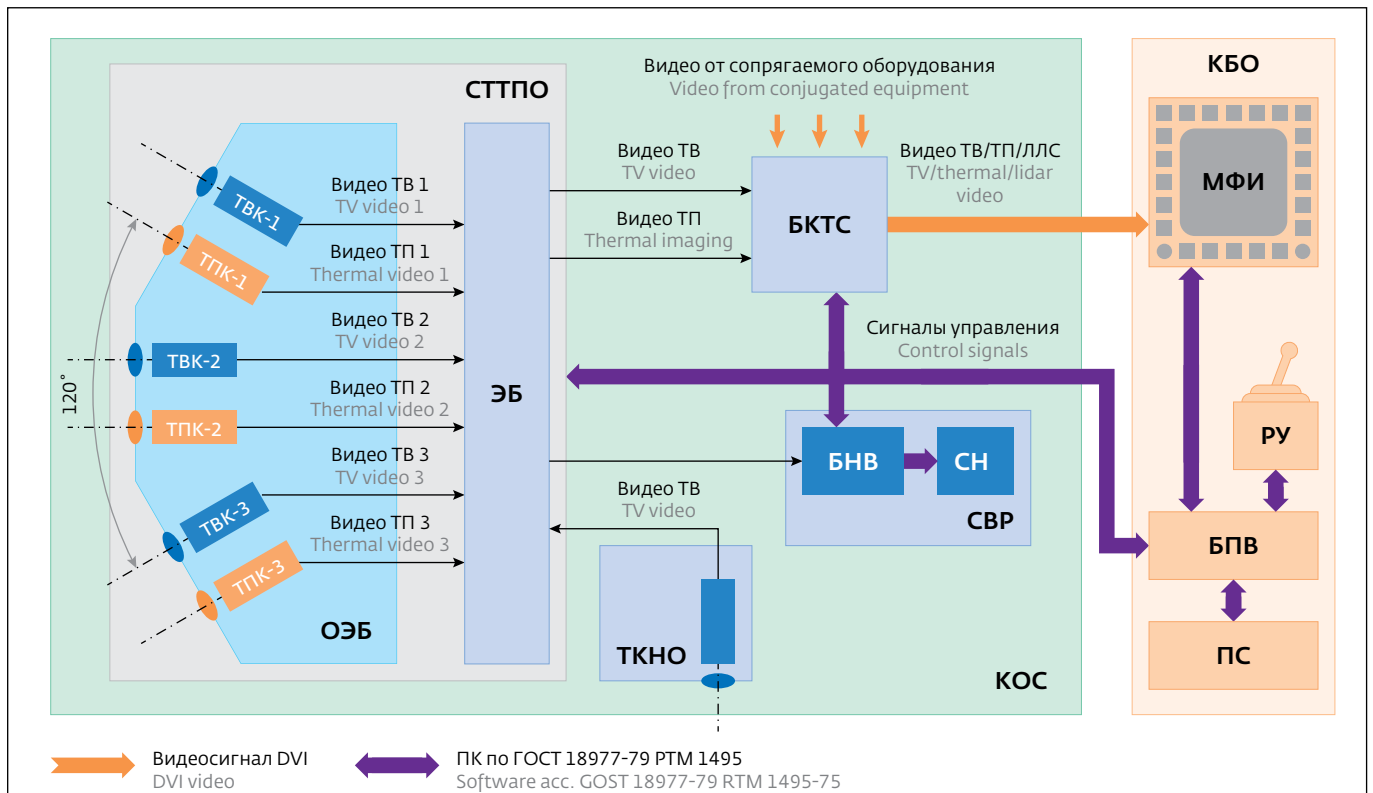


Рис.1. Структурная схема КОС-17 для вертолета Ми-171А2

Fig. 1. Block diagram of the KOS-17 system for Mi-171A2 helicopter

List of reference characters and abbreviations: КОС – day/night observation system; СТТПО – forward-looking television and thermal imaging system; ОЭБ – optoelectronic system; ТВК – television camera; ТПК – thermal imaging camera; ЭБ – electronic unit; БКТС – TV signal switching unit; СВР – video registration unit; БНВ – video image storage device; СН – removable storage device; ТКНО – down-looking TV camera; КБО – integrated avionics; МФИ – multi-function indicator; ПС – system console; РУ – control arm (joystick, thumbwheel, trackball); БПВ – conversion and calculation unit

оказанием своевременной помощи пассажирам и экипажам при возникновении аварийных ситуаций.

Возможности современных вертолетов все больше определяются не только летно-техническими характеристиками, но и функциями комплекса бортового оборудования, в том числе оптико-электронными обзорными и обзорно-поисковыми системами.

В деятельности сил поиска и спасания один из основных этапов – определение местонахождения разыскиваемого объекта. Вместе с тем реализация процесса поиска требует сокращения его продолжительности. Во многих зарубежных странах широко применяются оптико-электронные обзорные и обзорно-поисковые системы, размещаемые на вертолетах. Их используют для дистанционного наблюдения с воздуха и обследования земной или водной поверхности при поисково-спасательных операциях.

and area scanning systems for aerial remote surveillance and observation of land and water surface during search and rescue operations.

As a rule such systems are gyrostabilized platforms with built-in television, thermal imaging or low-level television cameras with wide field of view (20° to 40°). Field of view width is enough for use during search operations, performed by helicopter or unmanned carriers.

But single camera field of view is not wide enough for observation of large areas during search and rescue operations.

The problem of coverage area widening can be solved by:

- increase in flight altitude, but the characteristics of small object detection and recognition will be worse;
- gyroplatform program scanning, but to have wide-angle image of underlying surface without area skipping or with image overlapping, it is important that the scanning

Такие системы представляют собой, как правило, гиросtabilизированные платформы со встроенными в них телевизионными, тепловизионными или телевизионными низкоуровневыми камерами (ТВК, ТПК), имеющими широкое обзорное поле зрения (от 20° до 40°), обеспечивающие достаточно широкую зону просмотра при проведении поисковых работ с вертолетных (или беспилотных) носителей [1].

Однако зона обзора такой одной камеры даже с использованием широкого поля зрения недостаточна для просмотра больших площадей при поисково-спасательных операциях. Решить задачу по расширению зоны обзора местности можно несколькими способами, например **увеличив высоту полета вертолета**. Но при этом будут ухудшаться характеристики обнаружения и распознавания малоразмерных объектов [2].

Другой метод увеличения зоны обзора заключается в **программном сканировании гиropлатформы**. Но при таком способе просмотра подстилающей поверхности в широком угле без пропусков или с перекрытием необходимо не ограничивать скорость сканирования – возникновение смазывания изображения при наблюдении оператора за ним на телевизионном индикаторе. Этот эффект приводит к увеличению времени "просмотра" видеокартинки и как следствие – пропуску отдельных не охваченных временным сканированием участков местности в зоне передней полусферы, что ведет к возможным потерям объектов поиска [3].

Как показали наши работы, решить задачу расширения зоны обзора местности позволяет метод, который использует **широкоугольные (несканирующие) телевизионные и тепловизионные системы**, обеспечивающие широкие поля обзора в горизонтальной плоскости (100°-120°).

По техническому заданию ОАО "Московский вертолетный завод им. М.Л.Миля" в особом конструкторско-технологическом бюро "Омега" (г.Великий Новгород) разработали оптико-электронную несканирующую круглосуточную обзорную систему (КОС). Система предназначена для интеграции в конструкцию фюзеляжа вертолета. Она обеспечивает дистанционное наблюдение во время полета окружающего



Рис.2. Внешний вид круглосуточной обзорной системы КОС-17 для вертолета Ми-171А2
Fig. 2. Appearance of KOS-17 day-night observation system for Mi-171A2 helicopter

speed is unlimited. Maximum scanning speed is limited though because of TV image smear avoidance. It causes the increase in TV image viewing time, and consequently leads to skipping of individual non-scanned areas in the front hemisphere, as well as to possible loss of object of interest;

- the use of wide-angle (non-scanning) TV and thermal imaging systems, which provide wide horizontal coverage areas (100°-120°)

Special Engineering and Design Bureau Omega (Veliky Novgorod) according to Mil Moscow Helicopter Plant requirements specification developed optoelectronic non-scanning day/night observation system (KOS), designated for integration into helicopter fuselage. It provides in-flight remote observation of ambient space with coverage area of 120° (azimuth) × 30° (elevation). For the first time the system will be installed on Mi-171A2 helicopter, which is deep modernization of Mi-8 helicopter.

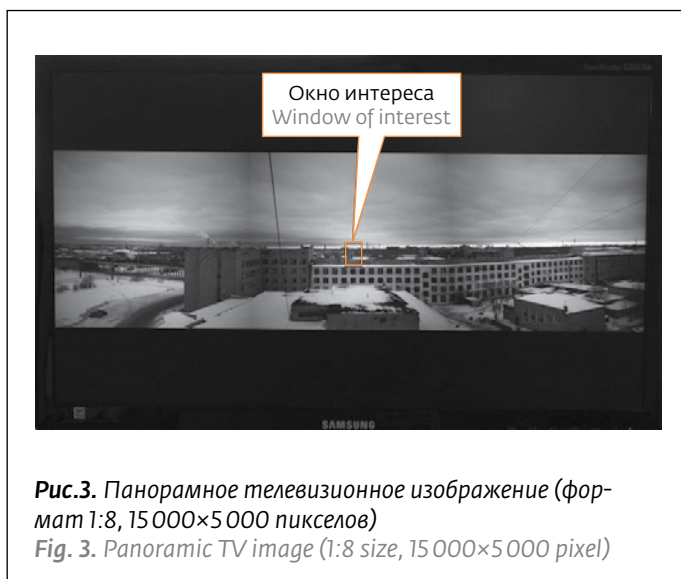


Рис.3. Панорамное телевизионное изображение (формат 1:8, 15 000×5 000 пикселей)
Fig. 3. Panoramic TV image (1:8 size, 15 000×5 000 pixel)

пространства в поле обзора 120° по азимуту и 30° по углу места. Впервые такая система (КОС-17) будет установлена на новом вертолете Ми-171А2, который является глубокой модернизацией вертолета "Ми-8".

Задачи, решаемые КОС-17, включают:

- наблюдение в любое время суток изображения подстилающей поверхности, ориентиров, объектов на фоне земной или водной поверхности, препятствий, мешающих пилотированию, площадок, пригодных для посадки вертолета;
- круглосуточное дистанционное наблюдение наземных объектов и зон во время полета, включая:
 - отдельные сооружения, дороги, мосты, транспортные средства и т.п.;
 - инженерную разведку водных преград и гидротехнических сооружений;
 - фиксацию загрязненной и опасной обстановки в зонах чрезвычайных ситуаций;
 - противопожарное патрулирование лесных массивов и торфяников;
 - дистанционную оценку (диагностику) "рабочего" состояния нефтепроводов,



Рис.4. Увеличение изображения "Окна интереса" из телевизионной панорамы (формат 1:1, 1024×768 пикселей)

Fig. 4. TV panorama window of interest zoom (1:1 size, 1024×768 pixel)

The KOS-17 system performs such tasks as:

- Observation of land or water surface, reference points, objects on the surface,

газопроводов, высоковольтных линий электропередач;

- оперативный мониторинг с воздуха наземной обстановки в зонах чрезвычайных ситуаций или стихийных бедствий, а именно:
 - при наводнениях, пожарах, землетрясениях;
 - техногенных авариях (разливы нефтепродуктов, выбросы агрессивных материалов и т.д.);
 - обнаружение людей в труднодоступной местности и на воде при проведении спасательных операций;
- круглосуточный поиск и обнаружение после авиационных происшествий мест аварийной посадки или падения воздушных судов, мест посадки спускаемых аппаратов транспортных космических кораблей, терпящих или потерпевших бедствие морских (речных) судов и людей на воде, проведение многих поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ в горной местности.

Структурно панорамная обзорная система включает в себя оптико-электронный блок (ОЭБ) с размещенными в нем объективами, телевизионными и тепловизионными камерами, электронный блок (ЭБ) и систему видеорегистрации (СВР) (рис.1). Внешний вид круглосуточной обзорной системы КОС-17 для вертолета Ми-171А2 представлен на рис.2

Режим работы КОС-17 следующий. Три телевизионные и три тепловизионные камеры формируют изображения окружающего пространства. Видеосигналы с этих камер поступают в электронный блок (ЭБ). ЭБ осуществляет процедуру совмещения (режим "Сшивки") видеозображения от трех камер, соединяя их в широкоугольное изображение (режим "Панорама"), и формирует поле зрения виртуальной камеры



Рис.5. Панорама с болометрических тепловизионных (спектральный диапазон 8–12 мкм) камер формата 1920×512 пикселей

Fig. 5. Panoramic image from bolometric thermal imaging cameras (spectral range is 8–12 μm; 1920×512 pixel)

obstacles and landing zones for helicopters at any time of day or night.

- Day/night in-flight remote observation of objects and zones on the surface, including:
 - individual structures, roads, bridges, vehicles, etc.;
 - water barriers and hydraulic facilities engineer reconnaissance;
 - assessment of level of pollution and danger in emergency zones;
 - fire control of forestry and peatbogs;
 - remote assessment (diagnostics) of oil and gas pipelines, electric power lines etc.;
- Aerial monitoring of situation in emergency and natural disaster areas, i.e.:
 - floods, fires, earthquakes;
 - industrial disasters (oil spills, emission of hazardous materials etc.);
 - day/night search of people in difficult access areas and on water surface during search and rescue operations.
- Day/night search of wrecked aircrafts (crash areas and emergency landing zones), cargo spaceship landing module landing zones, distressed or wrecked maritime and river vessels and people on water surface; search and rescue operations in mountain regions.

Panoramic observation system includes optoelectronic unit with integrated lens systems, television and thermal imaging cameras,



Рис.6. Многоцелевой вертолет Ми-171А2 (проект)
Fig. 6. Mi-171A2 multi-purpose helicopter (design scheme)

(режим "Окно"). В режиме "Окно" на экране индикатора отображается поле зрения виртуальной камеры, которое может перемещаться в пределах широкоугольного поля зрения. Перемещение (наведение) поля зрения виртуальной камеры (линии визирования) в пределах широкоугольного поля зрения производится за счет электронного (бескинематического) наведения линии визирования по сигналам от рукоятки управления (джойстика).

Если оператор обнаружил в широкоугольном поле зрения заинтересовавший его объект (рис.3), он с помощью джойстика наводит линию визирования на этот объект и переходит в режим "Окно". При этом на экране индикатора отображается поле зрения с увеличенным масштабом, что позволит детально рассмотреть изображение выбранного объекта или участка местности. Для еще более детального рассмотрения объекта имеется возможность включить электронное увеличение 2х, при этом масштаб центральной части изображения увеличивается еще в два раза (рис.4). В зависимости от задач мониторинга оператор имеет возможность наблюдать за объектом по его тепло- и видеоизображениям (рис.5).

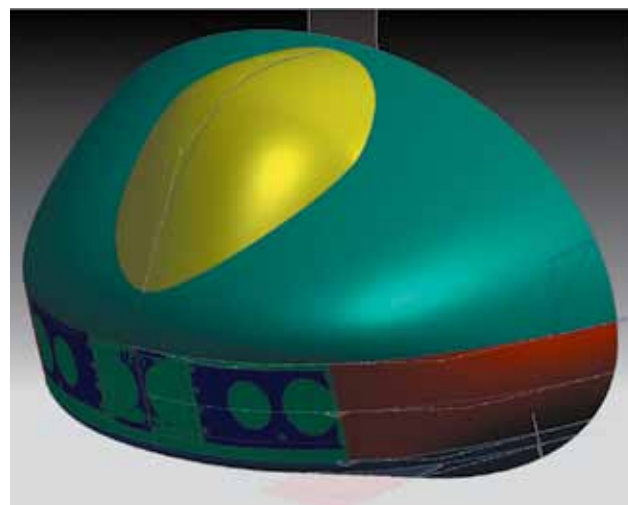


Рис.7. Трехмерная модель "носа" фюзеляжа вертолета Ми-171А2 со "встроенной" системой КОС-17
Fig. 7. 3D model of Mi-171A2 helicopter fuselage nose with integrated KOS-17 system

electronic units and video registration system (Fig.1,2).

KOS-17 mode of operation is as follows:



Панорамно телетепловизиционную систему от бортовых систем технического зрения отличают принципиально новые особенности:

- широкий угол обзора в горизонтальной плоскости (до 120° и более), обеспечивающий большой захват местности в горизонтальной плоскости;
- электронное (бескинематическое) наведение линии визирования в пределах поля зрения с выдачей информации в цифровом виде о координатах линии визирования;
- совмещение телевизионного и тепловизионного изображений, расширяющее пределы возможностей по дальности обнаружения объектов;
- улучшение видения оператором видеоизображений, сформированных телевизионным и тепловизионным каналами при слабой контрастности изображений, низкой заметности объектов в условиях плохой видимости (туман, пыль, дым, дождь, снег);
- возможность регистрации видео-, аудио- и служебной информации на сменном накопителе с удобством просмотра видеoinформации на борту вертолета;
- возможность комплексирования с бортовой радиолокационной станцией, навигационным комплексом, системой спутниковой навигации и другими системами вертолета.

Описанная система технического зрения, встраиваемая в бортовое оборудование, – круглосуточная обзорная система панорамного типа, несомненно, относится к системам технического зрения нового поколения. Она предусмотрена в проекте многоцелевого вертолета Ми-171А2 (рис.6,7). Автономное применение или интеграция КОС в комплекс авионики (или бортового оборудования) для новых или модернизированных вертолетов значительно повысит их технико-эксплуатационные возможности и безопасность полетов вертолета в сложных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарасов В.В., Якушенко Ю.Г. Инфракрасные системы смотрящего типа. – М.: Логос, 2004.
2. Тарасов В.В., Якушенко Ю.Г. Двух- и многодиапазонные оптико-электронные системы с матричными приемниками излучения. – М.: Логос, 2007.
3. Волхонский В.В. Телевизионные системы наблюдения. – М.: Экополис и культура, 2005.

- TV and thermal images of ambient area formed by three television and three thermal imaging cameras are being transmitted to electronic unit, which links images from three cameras to make wide-angle image (*panorama* mode) and to form virtual camera field of view (*window* mode). In window mode the display shows virtual camera window, which can be moved within wide-angle field of view. Virtual camera window (line of sight) movement (aiming) within wide-angle field of view is performed by means of electronic (non-kinematic) line of sight aiming according to signals from control arm (joystick).

When operator sees an object of interest in the wide-angle field of view (Fig.3), it is possible to aim the line of sight at the object and switch the system to window mode to get zoomed in detailed image of object or area of interest. To see even more detailed image the operator can use electronic zoom 2× to increase the central image 2 times (Fig.4,5).

Basic features of panoramic TV and thermal imaging system are:

- Wide horizontal angle of view (not less than 120°), which provides wide horizontal coverage area
- Electronic (non-kinematic) line of sight aiming within the field of view, and line of sight coordinate digital data displaying;
- TV and thermal image overlapping for object detection limiting range enhancement
- Improved view of video images from TV and thermal imaging channels with low image contrast and low visibility of objects in adverse weather conditions (fog, dust, smoke, rain, snow)
- Ability to save video, audio and service information to removable storage device and play video on helicopter board.
- Ability to interconnect the system with onboard radar, navigation equipment, satellite navigation system and other helicopter systems.

Day/night observation system described here can be without concern considered as new generation synthetic vision system. It is provided in the draft multipurpose helicopter Mi-171A2 (Fig. 6, 7). Its autonomous use or integration into avionics suit will substantially increase technical and operational abilities of helicopters and flight safety in adverse weather conditions. ■