

---

---

# ОПТИЧЕСКИЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

---

---

УДК 621.397+623.4.052.5  
DOI: 10.17586/0021-3454-2015-58-5-380-384

## КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОХРАННОЙ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С МОДУЛЕМ УПРЕЖДЕНИЯ ОПАСНОСТИ

М. Б. ЛЕОНОВ, В. Н. НАЗАРОВ

*Университет ИТМО, 197101, Санкт-Петербург, Россия  
E-mail: muxeu87@yandex.ru*

Представлена концепция разработки охранной системы видеонаблюдения, содержащей модуль упреждения опасности, в состав которого входит снайперский комплекс и специальное оборудование для определения координат целей. Управление снайперским комплексом осуществляется дистанционно. При наведении на цель все поправки на стрельбу вводятся в автоматическом режиме.

**Ключевые слова:** *система видеонаблюдения, модуль упреждения опасности, снайперский комплекс, прицел, беспилотный летательный аппарат, целеуказатель, поправки на стрельбу.*

Существующие системы видеонаблюдения находят в настоящее время широкое применение — от охраны территории до проведения разведывательных операций и обеспечения безопасности людей. Развитие таких систем предусматривает создание универсальных приборов, работающих в различных спектральных диапазонах и пригодных для использования в разное время суток и в сложных погодных условиях, а также реализацию возможности удаленного управления такими приборами, что обеспечивается за счет использования новых технологий, современной элементной базы и конструктивных решений.

В связи с тенденцией к компьютеризации и автоматизации прицельной техники стрелкового оружия она, фактически, становится системой видеонаблюдения — это позволяет автоматизировать ввод поправок на стрельбу и, самое главное, передавать изображение, наблюдаемое в поле зрения прицела, по каналам связи, что, в свою очередь, позволяет удалить оператора от линии огня и управлять огнем дистанционно [1].

Разработки по созданию прицелов с системами дистанционного видеонаблюдения успешно ведутся за рубежом: в начале 2013 г. американская компания “Tracking Point” представила макет компьютеризированного снайперского комплекса PGF (Precision Guided Firearm — высокоточное огнестрельное оружие) [2]. Стрелковое оружие оснащается специальным оптическим прицелом, конструкция которого представлена на рис. 1. За счет модуля беспроводной сети, входящего в состав электронного блока, снайперский комплекс может быть синхронизирован с планшетным компьютером на базе операционных систем iOS или Android. Вся информация о баллистических и метеорологических условиях ведения огня фиксируется на встроенном в прицел накопителе информации. Электронный блок, помимо модуля беспроводной сети, содержит метеорологические датчики (давления и температуры), баллистический калькулятор, компас, а также USB-порт для подключения к персональному компьютеру [2].

Тем не менее подобная разработка не позволяет полностью автоматизировать процесс ведения огня по целям, так как отсутствует возможность удаленного управления стрельбой; кроме того, в данной модели не предусмотрена процедура автоматизированного ввода поправки на скорость ветра.



Рис. 1

Более глобальный подход к системам видеонаблюдения осуществлен Управлением перспективных исследований и разработок Министерства обороны США: была разработана концепция системы управления боем PCAS (Persistent Close Air Support — непрерывная ближняя авиационная поддержка), представляющей собой совокупность коммуникационных сетей, каналов передачи данных, цифровых систем наведения на цель и управления огнем [3].

Система PCAS, концептуальная модель которой представлена на рис. 2, подразделяется на два комплекса: воздушный (выдает пилотам на основе переданных с Земли данные рекомендации по оптимальным маршрутам для захода на цель) и наземный (в реальном времени выводит данные воздушной разведки на планшетный компьютер оператора). Такая система позволяет обеспечить более быстрое, точное и скоординированное взаимодействие между воздушными и наземными силами в напряженных условиях реальных боевых действий. Некоторые компоненты системы PCAS уже прошли первые крупномасштабные испытания [3].



Рис. 2

Рассмотренные системы PGF и PCAS, однако, не могут быть использованы в качестве охранных систем видеонаблюдения. Поэтому весьма актуальной является разработка охранной системы видеонаблюдения, оснащенной модулем упреждения опасности, в состав которого входят автоматизированный снайперский комплекс и дополнительные устройства для

определения координат целей. Первым этапом создания такой системы является разработка концептуальной модели.

В основе концепции современной системы видеонаблюдения (рис. 3) лежит полная автоматизация процесса ведения огня при удалении оператора от линии огня. Оператор находится в укрытии с известными координатами (широта  $B_0$ , долгота  $L_0$ , высота над уровнем моря  $H_0$ ), вне прямой видимости цели (мишени  $M$ ), и управляет огнем дистанционно с помощью специального оборудования. На экране планшетного компьютера, соединенного с автоматизированным снайперским комплексом (АСК) с известными координатами (широта  $B_1$ , долгота  $L_1$ , высота  $H_1$ ), отображается информация, наблюдаемая в поле зрения прицела оружия. Для определения координат укрытия (месторасположения оператора) и снайперского комплекса используются ГЛОНАСС-спутник и навигатор [4].

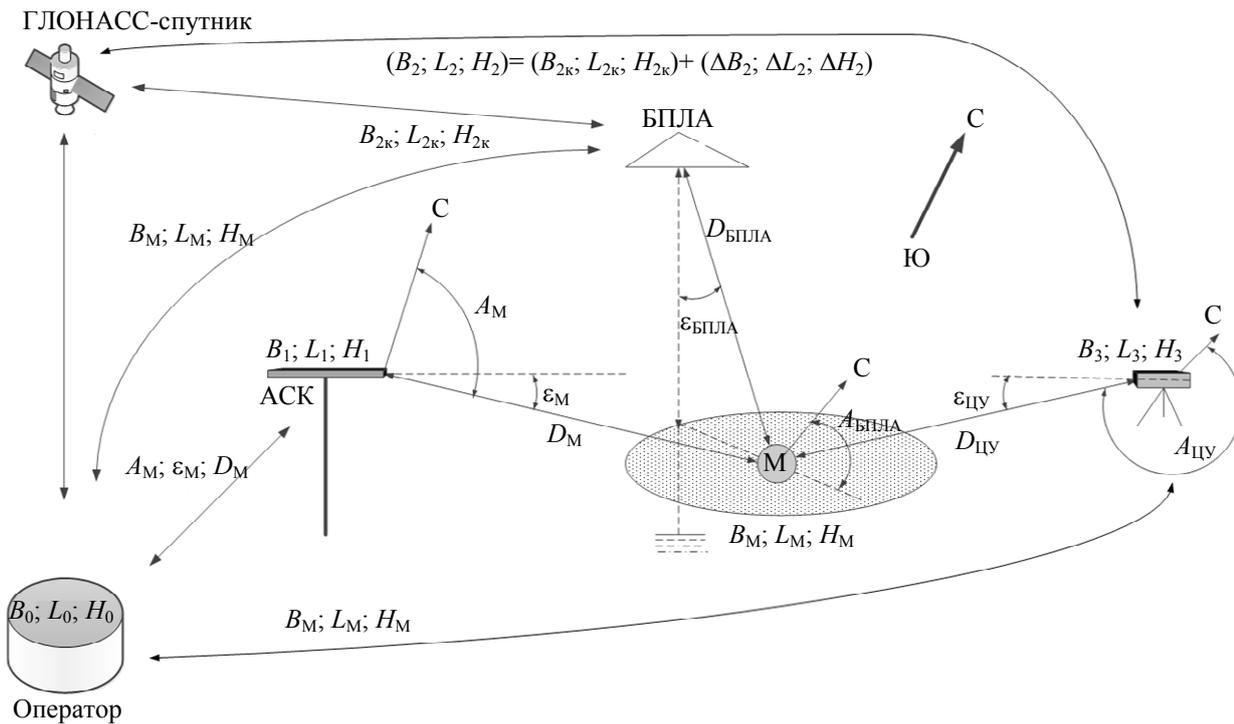


Рис. 3

Для того чтобы найти цель в поле зрения прицела, оператору необходимо знать координаты объекта, которые определяются с помощью специального оборудования, например беспилотного дистанционно пилотируемого летательного аппарата (БПЛА) либо трехкоординатного оптико-электронного целеуказателя [5, 6].

В случае использования БПЛА определение координат объекта возможно с помощью как оптико-электронного оборудования [7], так и компактных радиолокационных модулей [8]; при этом обеспечивается фото- или видеосъемка местности. Результаты такой разведки сохраняются в памяти системы видеонаблюдения летательного аппарата.

Разрешающая способность объектива и ПЗС-матрицы оптической системы БПЛА должна быть достаточной для обнаружения, распознавания и идентификации целей [9]. Управление летательным аппаратом осуществляется оператором посредством специального оборудования, работающего на основе данных ГЛОНАСС-спутника. Оператор до начала разведки задает маршрут (курс) БПЛА (широта  $B_{2к}$ , долгота  $L_{2к}$ , высота над уровнем моря  $H_{2к}$ ), при этом обеспечивается передача данных о его местоположении  $(B_2, L_2, H_2)$ . При отклонении от заданного маршрута корректировка курса (широта  $\Delta B_2$ , долгота  $\Delta L_2$ , высота над уровнем моря  $\Delta H_2$ ) осуществляется посредством ГЛОНАСС-спутника. Необходимо учитывать, что отклонение БПЛА от курса напрямую влияет на погрешность определения координат объекта.

В зависимости от используемого оборудования координаты объекта (мишени) могут быть определены в различных координатных системах:

- при использовании ГЛОНАСС-спутника определяются абсолютные координаты объекта: широта  $B_M$ , долгота  $L_M$ , высота над уровнем моря  $H_M$ ;
- при использовании радиолокационных модулей определяются относительные координаты: расстояние до объекта  $D_{БПЛА}$ , угол места  $\epsilon_{БПЛА}$ , азимут цели  $A_{БПЛА}$ .

При невозможности использования БПЛА (например, в горных районах) определение координат объекта осуществляется с помощью наблюдателя (разведчика), оснащенного трехкоординатным оптико-электронным целеуказателем. В этом случае также будут определены дальность до объекта  $D_{ЦУ}$ , азимут цели  $A_{ЦУ}$ , угол места  $\epsilon_{ЦУ}$ , но уже относительно наблюдателя [5, 6]. Далее, зная местоположение разведчика с целеуказателем (широта  $B_3$ , долгота  $L_3$ , высота над уровнем моря  $H_3$ ), можно координаты объекта перевести в абсолютные ( $B_M$ ,  $L_M$ ,  $H_M$ ) и передать оператору.

Получив координаты объекта, оператор вводит данные в персональный компьютер. При этом следует обеспечить компенсацию поворота ствола оружия (посредством, например, акселерометра) для предотвращения наклона изображения на экране, возникающего вследствие неточной работы механизмов наведения. Далее необходимо последовательно произвести обнаружение, распознавание и идентификацию цели. Эти процессы являются вероятностными и их успешная реализация зависит от ряда случайных факторов (например, яркости или контрастности изображения на экране). В случае невозможности обнаружения цели в системе видеонаблюдения предусмотрена функция обработки изображения, используемая для выделения объекта.

После наведения на цель определяются метеорологические условия, при которых осуществляется ведение огня (давление, температура, влажность, скорость ветра). Эти данные измеряются соответствующими датчиками и вводятся в систему управления снайперским комплексом. Далее оператор подает команду введения угла прицеливания в автоматическом режиме. Включается дальномер, который определяет дальность до цели относительно АСК. Согласно баллистической таблице, хранящейся в памяти АСК, вводятся углы прицеливания (соответствующие измеренной дальности) в вертикальной и горизонтальной плоскостях с учетом поправки на деривацию.

По результатам разработки концептуальной модели системы видеонаблюдения необходимо провести анализ метрологических и вероятностных характеристик прицельной техники, перейти к созданию прицела, с помощью которого можно с высокой вероятностью обнаружить, распознать и идентифицировать объект на дальних дистанциях.

Основными задачами при разработке системы видеонаблюдения являются:

- создание математической модели системы;
- выработка технических требований к отдельным узлам системы;
- подбор элементной базы системы (вариофокальный объектив, ПЗС- или КМОП-матрица, дополнительное электронное оборудование, включая „электронную сетку“ прицела);
- разработка конструкции прицела;
- исследование возможности автоматизации ввода баллистических и метеорологических поправок при стрельбе;
- определение дальности действия прицела по критерию Джонсона (на основе результатов теоретического оценивания возможности идентификации объекта).

В ходе дальнейшей разработки необходимо исследовать возможность совмещения каналов различных спектральных диапазонов.

В результате планируется создать охранную систему видеонаблюдения, оснащенную модулем дистанционного предупреждения опасности, в состав которого входят автоматизированный снайперский комплекс и устройства целеуказания.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леонов М. Б., Назаров В. Н. Концептуальная модель современной системы видеонаблюдения с автоматизированным снайперским комплексом // Сб. трудов XI Междунар. конф. „Прикладная оптика-2014“. 2014. Т. 1. С. 100—104 [Электронный ресурс]: <<http://www.oop-ros.org/po2014/Part1.docx>>.
2. Boyd B., Lopher J. Precision guided firearms: disruptive small arms technology // Proc. SPIE, Display Technologies and Applications for Defense, Security, and Avionics VII. 2013. Vol. 8736.
3. Persistent Close Air Support (PCAS) // DARPA [Электронный ресурс]: <[http://www.darpa.mil/Our\\_Work/TTO/Programs/Persistent\\_Close\\_Air\\_Support\\_\(PCAS\).aspx](http://www.darpa.mil/Our_Work/TTO/Programs/Persistent_Close_Air_Support_(PCAS).aspx)>. 20.01.2014.
4. Яценков В. С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС. М.: Горячая линия-Телеком, 2005. 272 с.
5. Леонов М. Б., Разумовский И. Т. Концептуальная модель трехкоординатного оптико-электронного целеуказателя // Изв. вузов. Приборостроение. 2013. Т. 56, № 11. С. 73—77.
6. Леонов М. Б. Разработка трехкоординатного целеуказателя для топографических задач // Аннотированный сборник научно-исследовательских выпускных квалификационных работ магистров НИУ ИТМО. СПб: НИУ ИТМО, 2013. С. 151—154.
7. Зеленюк Ю. И., Костяшкин Л. Н. ФГУП „ГРПЗ“: новые возможности приборного обеспечения БПЛА // Национальная оборона. 2009. Т. 34, № 1.
8. Волков М. Новые возможности беспилотной разведки // Беспилотная авиация [Электронный ресурс]: <[http://uav.ru/articles/sar\\_for\\_uav.pdf](http://uav.ru/articles/sar_for_uav.pdf)>, 20.01.2014.
9. Ростопчин В. В., Дмитриев М. Л. Применение цифровых оптических систем для беспилотных летательных аппаратов // Беспилотная авиация [Электронный ресурс]: <[http://uav.ru/articles/opteq\\_uav.pdf](http://uav.ru/articles/opteq_uav.pdf)>, 20.01.2014.

**Сведения об авторах**

- Михаил Борисович Леонов** — аспирант; Университет ИТМО, кафедра компьютерной фотоники и видеоинформатики; E-mail: [muxeu87@yandex.ru](mailto:muxeu87@yandex.ru)
- Виктор Николаевич Назаров** — канд. техн. наук, доцент; Университет ИТМО, кафедра компьютерной фотоники и видеоинформатики; E-mail: [naz\\_1946@mail.ru](mailto:naz_1946@mail.ru)

Рекомендована кафедрой  
компьютерной фотоники и видеоинформатики

Поступила в редакцию  
27.11.14 г.

**Ссылка для цитирования:** Леонов М. Б., Назаров В. Н. Концептуальная модель охранной системы видеонаблюдения с модулем предупреждения опасности // Изв. вузов. Приборостроение. 2015. Т. 58, № 5. С. 380—384.

**CONCEPTUAL MODEL OF SURVEILLANCE SYSTEM WITH PREDICTION UNIT**

**M. B. Leonov, V. N. Nazarov**

*ITMO University, 197101, Saint Petersburg, Russia  
E-mail: [muxeu87@yandex.ru](mailto:muxeu87@yandex.ru)*

A conceptual model of modern surveillance system with prediction unit for premises security alarm is presented. The prediction unit consists of automatic sniper rifle system and special equipment for target location (e.g., unmanned aerial vehicle or three-coordinate designator). Sniper rifle system is distance controlled. Aiming corrections data are set automatically.

**Keywords:** surveillance system, prediction unit, sniper rifle system, unmanned aerial vehicle, three-coordinate designator, aiming correction data.

**Data on authors**

- Mikhail B. Leonov** — Post-Graduate Student; ITMO University, Department of Computer Photonics and Digital Video Processing; E-mail: [muxeu87@yandex.ru](mailto:muxeu87@yandex.ru)
- Viktor N. Nazarov** — PhD, Associate Professor; ITMO University, Department of Photonics and Digital Video Processing; E-mail: [naz\\_1946@mail.ru](mailto:naz_1946@mail.ru)

**Reference for citation:** Leonov M. B., Nazarov V. N. Conceptual model of surveillance system with prediction unit // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy. Priborostroyeniye. 2015. Vol. 58, N 5. P. 380—384 (in Russian).

DOI: 10.17586/0021-3454-2015-58-5-380-384