**УДК 621.396.969.3**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕЛЕВИДЕОСИСТЕМЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА**

**ПОСАДКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**

**Попов А. С.**

Телевизионные системы широко используются для захвата видеоизображения с целью наблюдения за происходящим в местах скопления людей. Такие ТВС применяются для обеспечения безопасности и предотвращения правонарушений с помощью видеоконтроля. Однако такие замкнутые системы возможно использовать и на взлётно-посадочных полосах, для мониторинга процессов посадки воздушных судов на аэродромах различных типов. С помощью таких систем возможно определение отклонения воздушного судна от заданной глиссады при заходе на посадку, с целью дальнейшей передачи значений текущих отклонений руководителю полётов [1].

Обобщённая структура подобной системы показана на рисунке 1 [2].

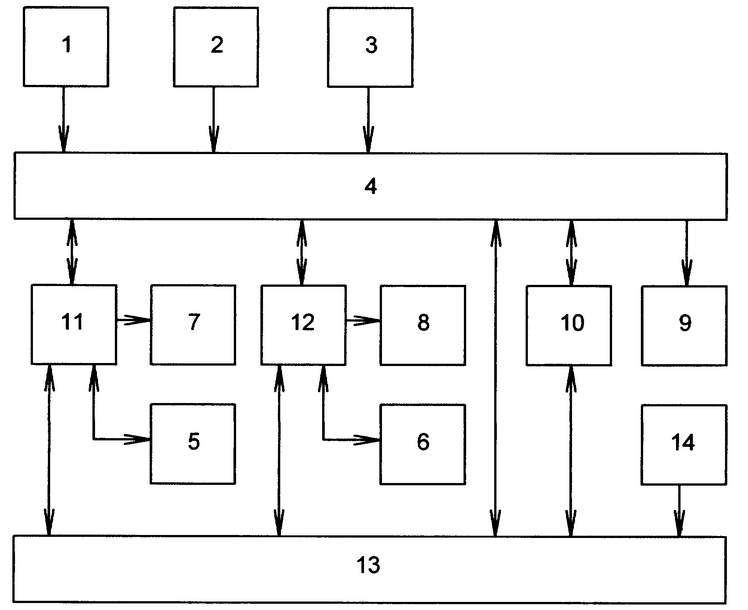


Рисунок 1 – Обобщённая структура телесистемы

мониторинга посадки воздушных судов

Система видеозахвата, используемая для мониторинга посадки воздушных судов, содержит несколько телевизионных камер (1 – 3), расположенных рядом с взлётно-посадочной полосой и захватывающих видеоизображение заходящего на посадку воздушного судна. В состав системы также входит системный видеоблок 4, к которому подключены ТВ-камеры, устройства отображения (мониторы), устройство видеозаписи 10 и блоки управления (5, 6). Данные блоки подключены к системному видеоблоку через соответствующие вычислительные устройства (11, 12). Дополнительные устройства отображения для каждого устройства захвата (7 – 9) также получают информацию от системного блока, преобразуя её в графику. Кроме вышеперечисленного, в состав системы входит датчик дальности 14, связывающий систему мониторинга с посадочным радиолокационным комплексом, расположенном на аэродроме. Каждый блок видеозахвата и вычисления объединен с остальными блоками в локальную сеть с помощью сетевого коммутатора 13.

Устройства видеозахвата 1 и 2 расположены по краям взлётно-посадочной полосы, образуя стереопару, в поле зрения которой находится посадочная глиссада воздушного судна. Ещё одно фиксирующее устройство 3 расположено вдоль оси посадочной полосы.

Принцип действия такой системы основывается на отслеживании захватывающими устройствами точек на изображении летательного аппарата, с помощью которых затем происходит вычисление пространственных координат воздушного судна и его отклонения от траектории полёта в течение нахождения судна в поле зрения видеокамер. Для осуществления этих действий используются вычислительные устройства, по одному на каждое устройство фиксации видеоизображения. Сигнал с камер также поступает на мониторы, расположенные на посту руководителя полётов, позволяя диспетчерам регулировать процесс мониторинга с помощью блоков управления системой. Полученные результаты процесса мониторинга и видеоизображение с камер сохраняются устройством видеозаписи.

Данная система позволяет определить отклонение воздушного судна от заданной глиссады на основании определённого датчиком расстояния от посадочной полосы до летательного аппарата, и его вычисленных пространственных координатах. Система автоматически сопоставляет эти данные, исключая ошибочные действия при работе, обновляя координаты и отклонения несколько раз в секунду. Столь частое обновление данных не сильно сказывается на быстродействии вычислительных устройств, так как их вычислительная мощность рассчитана на такой поток данных. Таким образом, телевизионная система мониторинга такого типа позволяет производить наблюдение за приземляющимся воздушным судном, и формировать расчёт его отклонения от заданной глиссады, передавая полученные данные руководителям полётов, обеспечивая высокую эффективность работы и контроль за процессом посадки летательных аппаратов.

Телевизионные камеры, входящие в состав данной системы, основаны на матрицах считывания изображения со специально подобранными объективами, позволяющими захватывать изображение без искажений. Первоначально в состав подобных телевидеосистем входили ПЗС-матрицы, широко применяющихся в 1990 – 2000 х гг. Такие матрицы обладают рядом достоинств – хорошей чувствительностью в ближнем ИК-диапазоне (λ=0.78..3 мкм), низком уровне шумов на изображении и приемлемом качестве изображения в условиях низкой освещённости. Однако такие матрицы обладают существенным недостатком – эффектом «смиринга» изображения, искажающего кадры при наличии в них яркого источника света. Данный недостаток существенно влияет на работу всей системы, ведь при наличии бликов на корпусе летательного аппарата система может неверно определять пространственные координаты воздушного судна. Поэтому в подобных системах целесообразнее использовать КМОП-матрицы, широко распространённые в настоящее время. Они обладают рядом достоинств (по сравнению с ПЗС-матрицами)[3]: низким энергопотреблением в статическом состоянии, высоким быстродействием, отсутствием эффекта «смиринга», дешевизной производства таких матриц. Недостатком данной технологии является малые размеры фотодиода ячейки, что приводит к низкой светочувствительности. Однако данный недостаток можно скомпенсировать, используя в подобных системах ИК-подсветку, позволяющую захватывать изображения в любых условиях освещения. Применение КМОП-матрицы для визуализации приводит к повышению эффективности системы визуализации и системы определения координат [4].

Схематическое изображение углов обзора камеры показано на рисунке ниже.

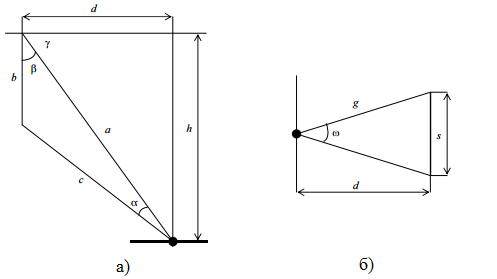


Рисунок 2 – Расчёт углов обзора камеры в вертикальной (а) и горизонтальной (б) плоскостях

Углы обзора таких камер можно рассчитать по формулам:

Использование стереопары для захвата посадочной глиссады воздушного судна позволяет получить объёмное стереоскопическое изображение, транслируемое на пост руководителя полётов. Дополнительное захватывающее устройство, расположенное вдоль взлётно-посадочной полосы, позволяет получить изображение заходящего на посадку летательного аппарата во всех трёх плоскостях (при использовании совместно со стереопарой).

Блоки управления и вычисления, используемые в подобных системах, обладают высоким быстродействием и оптимальной вероятностью безотказной работы, позволяя быстро обрабатывать большой поток информации без сбоев и отказов.

Датчик дальности в такой системе используется для объединения информации о координатах воздушного судна с радиолокационной системы и системы мониторинга, позволяя уменьшить ошибку вычисления пространственных координат и траектории посадки летательного аппарата.

Таким образом, система мониторинга «захватывает» летательный аппарат при заходе на посадку и сопровождает его до полной остановки, выполняя измерения траектории самолёта относительно взлётно-посадочной полосы. Полученные измерения поступают на пост руководителя полётов вместе с изображением сопровождаемого судна.

В ходе исследования погрешности определения координат воздушного судна с помощью подобной системы были получены значения СКП, представленные в таблице 1 [5].

Таблица 1

Среднеквадратические погрешности определения координат потребителя при использовании ГЛОНАСС и их коррекции с помощью системы мониторинга

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Режим | Погрешность определения плановых координат, м | Погрешность определения высоты, м | Погрешность определения трёхмерных координат, м |
| ГЛОНАСС | 2,9 | 3,4 | 4,3 |
| ГЛОНАСС + ТВС | 0,50 | 0,79 | 0,93 |

На основе полученных в результате эксперимента значений можно сделать вывод, что подобная система мониторинга в несколько раз точнее по сравнению с определением координат с помощью геопозиционирования.

Таким образом, использование подобных систем мониторинга позволяет:

1. повысить безопасность использования инструментальных систем посадки самолётов путём внедрения технологии визуализации на устройствах отображения;
2. повысить точность определения координат воздушного судна, заходящего на посадку;
3. оценить вероятность возникновения аварийной ситуации с помощью анализа текущих значений координат воздушного судна и просчитанной траектории посадки.

**Список использованных источников**

1. Бобров В. Н., Корчагин В. В. ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СЛУЧАЙНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ВОЗДУШНОГО СУДНА ПРИ ЗАХОДЕ НА ПОСАДКУ // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.

2. Телевизионная система мониторинга посадки самолетов [Электронный ресурс] // PoleznayaModel.ru : Патентный поиск, Поиск патетов и изобретений РФ и СССР, 2017 URL: http://poleznayamodel.ru/model/8/82079.html (дата обращения 20.10.2017).

3. Какая матрица лучше CMOS или CCD? [Электронный ресурс] // DSLRclub.ru : Клуб фототехники DSLR, 2013. URL: http://dslrclub.ru/kakaya-matrica-luchshe-cmos-ili-ccd/ (дата обращения: 21.10.2017).

4. Арановский, С.В. Робастное управление безредукторным прецизионным электроприводом оси оптического телескопа с компенсацией возмущений / С.В. Арановский, И.Б. Фуртат // МАУ. - № 9. - 2011. - С. 8-13.

5. Смирнов Ю. С., Ларионов В. А., Юрасова Е. В. ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОСАДКИ САМОЛЕТОВ // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – 2014. – № 3, 57 – 64.