

УДК 629.735.072.8.08

А.А.Пеньков, Н.С.Полетаев, Р.А.Шевченко

## ПУТИ МОДЕРНИЗАЦИИ ИМИТАТОРОВ ВИЗУАЛЬНОЙ ОБСТАНОВКИ АВИАЦИОННЫХ ТРЕНАЖЕРОВ

*Рассматриваются возможность продления "жизнедеятельного цикла" имитаторов визуальной обстановки находящихся в эксплуатации авиационных тренажеров, а также пути улучшения качества моделируемых изображений.*

В настоящее время в учебно-тренировочных центрах гражданской авиации и в соответствующих подразделениях других ведомств эксплуатируются десятки комплексных тренажеров с телевизионными имитаторами визуальной обстановки (ТИВО) типов "Полоса-2М", "Полоса-2П", "Полоса-3", "Триаскоп", "Растр-цвет". В передающих камерах этих имитаторов в качестве оптико-электронных преобразователей используются передающие трубки типа суперортикон и видикон. Качество изображения моделируемой визуальной обстановки (ВО) не всегда соответствует гарантированному предприятием-изготовителем уровню. Одной из основных причин ухудшения качества изображения ВО является выработка ресурса электровакуумными приборами телевизионного канала имитатора в процессе эксплуатации тренажера. Отсутствие подменных передающих трубок (суперортиконы сняты с производства, производители видиконов находятся за пределами Украины), а также проекционных трубок (устаревшие типы сняты с производства) приводит к прекращению работы тренажера в целом.

Поскольку ресурс летательных аппаратов во много раз превышает время безотказной работы тренажера, возникает потребность в разработке мероприятий, направленных на устранение этого несоответствия. В настоящее время имеется возможность продлить "жизненный цикл" тренажеров всех модификаций самолетов: (Ан-24, Як-40, Як-42, Ту-154, Ил-76) и вертолетов Ми-8 вплоть до полного их морального устарения и списания.

В такой постановке задача может быть решена двумя путями:

- заменой ТИВО на имитатор так называемой синтезированной ВО;
- модернизацией ТИВО.

Несмотря на современность решения проблемы реализация первого варианта требует значительных капитальных вложений (около 50 тыс. долл. США) на один ТИВО. При этом из эксплуатации выводится система, стоимость которой составляет лишь около 10% стоимости тренажера.

При модернизации по второму варианту не нарушаются механические и электрические связи имитатора с другими подсистемами тренажера, остаются неизменными управляющие и корректирующие сигналы, источники питания и другое оборудование. Не возникает необходимость в дополнительном обучении технического и инструкторского персонала правилам обслуживания новой техники. Затраты на модернизацию при этом могут быть на порядок меньше затрат по первому варианту.

Сущность модернизации ТИВО в целом сводится к замене суперортиконной или видиконной камеры на более современный формирователь видеосигнала с оптико-электронным преобразователем полупроводникового типа на основе прибора с зарядовой связью (ПЗС-камера).

При этом сохраняются базовые конструктивные элементы штатной передающей камеры и ее видеоголовка ВГ-2 со всеми механизмами и электроприводами вращательных движений. Исключаются схемы питания передающей трубки, отклонения и фокусировки луча, усиления и формирования телевизионного сигнала. Большинство ПЗС-камер генерируют полный телевизионный сигнал размахом в 1В на нагрузке 75 Ом, что обеспечивает их совместимость с каналным оборудованием имитатора. Датчики данного типа свободны от геометрических и нелинейных искажений, а также микрофонного эффекта, обладают высо-

кой чувствительностью, обеспечивают большие контраст и равномерность изображения по полю, не требуют никаких подстроек режима работы в течение всего срока эксплуатации (наработка на отказ порядка 100 000 ч.)

Сравнительные характеристики телевизионных камер с оптико-электрическими преобразователями типа суперортикон, видикон и ПЗС приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительные характеристики камер с различными оптико-электрическими преобразователями

Параметр	Камера на суперортиконе	Камера на видиконе	Камера на ПЗС-матрице
Размер фоточувствительной поверхности, мм	24x36	9,5x12,7	4,8x6,4
Освещенность на фотокатод, лк	0,2	0,5	0,01
Разрешающая способность, ТВЛ	600	600	600
Глубина модуляции на отметке 400 ТВЛ, %	40	40	65
Неравномерность сигнала по полю, %	15	15	<1
Нелинейные искажения, %	15	9	Не значительны
Геометрические искажения, %	7	5	Не значительны
Отношение сигнал/шум, дБ	23	30	>46
Наличие микрофонного эффекта	Есть	Есть	Нет
Количество питающих напряжений	14	9	1
Количество органов оперативной настройки	14	6	Отсутствуют
Освещенность на макете местности, лк	4920	12270	246
Срок службы, ч.	500	500	100000

Для обеспечения возможности использования ПЗС в составе камеры с объективом типа ВГ-2 необходимо согласовать поле зрения видеоголовки, рассчитанное на размеры мишени суперортикона  $24 \times 36$  мм, с размерами входного окна ПЗС-матрицы (например,  $8 \times 6$  мм в полудюймовом исполнении). Это достигается с помощью оптикомеханического согласующего устройства – объектива переноса. При использовании ПЗС-камеры приходится также решать задачу совместной синхронной работы камеры со схемами обработки видеосигнала, с монитором инструктора и с отображающими устройствами пилотов. Экспериментальные исследования показали, что в ведомом режиме ПЗС-камеры могут быть синхронизированы лишь полным телевизионным сигналом или смесью строчных и кадровых импульсов при условии, что эти сигналы содержат полустрочные уравнивающие импульсы и врезки. В штатных синхрогенераторах телеканалов указанных выше ТИВО такие служебные сигналы не формируются. К тому же синхрогенераторы систем "Полоса-2П" и "Триаскоп" не отличаются высокой стабильностью работы. Поэтому при модернизации ТИВО оказалось целесообразным реализовывать автономный режим работы высокостабильного цифрового синхрогенератора ПЗС-камеры, для чего требуется дополнительно формировать специальные бланкирующие импульсы и импульсы привязки уровня сигнала, обеспечивающие работу блоков штатного телевизионного канала.

Дидактические и методические возможности тренажеров могут быть расширены путем введения в состав ТИВО блока специальных визуальных эффектов. Электронные методы обработки видеосигнала позволяют моделировать условия ограниченной дальности видимо-

сти, условия снежного (пылевого) вихря для вертолетных тренажеров и другие оптические явления [1].

Структурная схема ТИВО черно-белого типа, реализующая рассмотренный вариант модернизации показана на рис. 1.

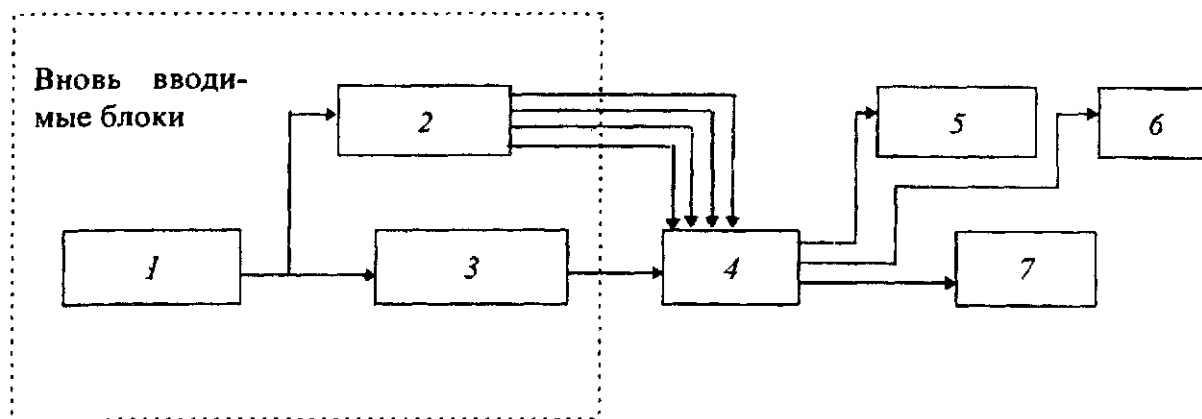


Рис. 1 Структурная схема модернизированного черно-белого ТИВО:

1—ПЗС-камера; 2—формирователь служебных импульсов; 3—блок специальных визуальных эффектов; 4—пульт оператора ПО-1; 5—монитор инструктора; 6—технологический монитор; 7—воспроизводящее устройство пилотов.

Качество изображений, получаемых на большом экране путем оптической проекции с экрана электронно-лучевой трубки, по большинству показателей не соответствует современным требованиям. Штатные проекционные воспроизводящие устройства пилота (ВУП) создают изображение ВО очень низкого качества. Ситуация усложняется тем, что проекционные трубки, требующие замены через 500 ч. наработки, сняты с производства. Приемлемым решением задачи улучшения качества ВО является замена проекционных ВУП на устройства, использующие кинескопы прямого наблюдения с линзами Френеля. При достаточно простой оптической схеме ВУП с линзами Френеля создают изображение ВО, качество которого превосходит требования, гарантированные заводом-изготовителем проекционных ВУП. Схема размещения ВУП нового типа на кабине тренажера показана на рис. 2. В качестве мониторов могут применяться с незначительными доработками даже бытовые телевизионные приемники на кинескопах с диагональю 61 см.

Цветной ТИВО "Растр-цвет" построен по схеме, аналогичной черно-белым ТИВО. Отличие заключается в том, что телевизионный канал имитатора состоит из трех идентичных параллельно работающих телеканалов. Передающая камера построена по схеме одновременного формирования сигналов основных цветов R, G, B с помощью трех плюмбиконов. Нестабильность работы аналоговых развертывающих и фокусирующих схем приводит к искажениям цветопередачи [2].

При выборе способа модернизации цветной телекамеры следует учитывать тот факт, что она должна передавать в цвете малоразмерные объекты ВО. К ним прежде всего относятся огни светосигнальной системы аэропорта. С этой точки зрения желательно сохранить параллельную трехтрубчатую схему формирования R, G, B сигналов в полной полосе частот.

Положительными сторонами этой схемы построения телекамеры являются возможность сохранения штатной цветоделительной системы, а также использования черно-белых ПЗС-матриц с высокой чувствительностью и высоким разрешением.

Применение одноматричных цветных видеокамер, использующих растровый штриховой светофильтр, может существенно повысить чувствительность датчика видеосигнала за счет меньших потерь на цветоделительном устройстве по сравнению со штатной оптикой. Но разрешающая способность такого датчика в данном случае будет меньше, чем в триадном исполнении. Моделирование огней светосигнальной системы аэропорта однотрубочной камерой имеет существенные ограничения. Возможность их использования можно установить лишь путем экспериментальной проверки.

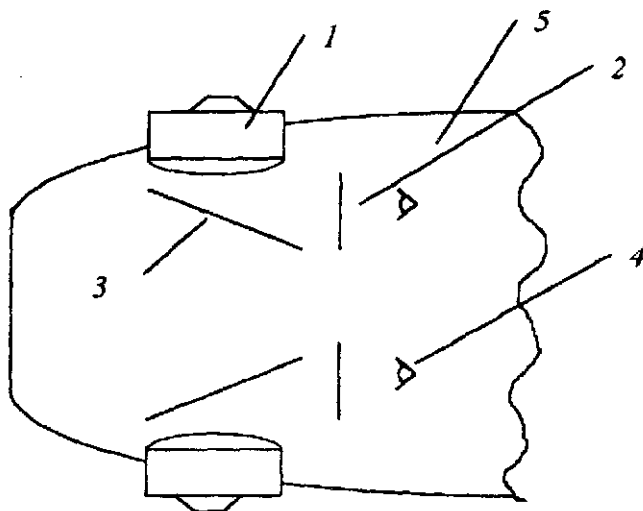


Рис.2 Схема размещения ВУП на кабине тренажера:

1-монитор; 2 - линза Френеля; 3-зеркало;  
4-положение глаз пилота; 5-кабина тренажера

Как и в случае черно-белых каналов, при модернизации цветного телеканала необходимо разработать и изготовить оптико-механическое согласующее устройство, обеспечить синхронизацию работы телекамеры со всеми остальными устройствами телеканала.

Ожидаемые эффекты от модернизации:

- формирование хорошего по качеству изображения ВО для обоих пилотов (проекционный ВУП создавал изображение только для первого пилота);
- бесподстроечная стабильная работа ТИВО в течение срока службы кинескопов прямого наблюдения (2000 ч. гарантированной наработки), уменьшение эксплуатационных расходов;
- экономия потребления электроэнергии за счет уменьшения потерь на освещение макета местности, так как ПЗС-камера на порядок чувствительнее штатной камеры;
- улучшение условий труда обслуживающего персонала и обучаемых пилотов вследствие исключения высокого ускоряющего напряжения (45 кВ), которое использовалось для питания проекционных трубок;
- уменьшение габаритов кабины тренажера с ВУП прямого наблюдения.

Модернизация ТИВО "Полоса-3" комплексного тренажера КТС АН-24 произведена в Украинском государственном учебно-тренировочном центре гражданской авиации. Сдаточные испытания подтвердили ожидаемые результаты.

#### Список литературы

1. Валуев М.И., Пеньков А.А., Шевченко Р.А. Моделирование видимости по категориям ICAO в телевизионном имитаторе визуальной обстановки //Авиационные автоматизированные комплексы моделирования и управления: Межвуз. сб. науч. тр.-К.:КИИГА, 1979.- С. 58-62.
2. Техника цветного телевидения / Под ред. С.В. Новаковского. - М.: "Связь", 1976.- 496 с.

Стаття надійшла до редакції 14 жовтня 1999 року.