

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ СИТУАЦИОННОЙ ОСВЕДОМЛЕННОСТИ ЭКИПАЖА МНОГОЦЕЛЕВОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

© 2023 О.И. Кузнецов, С.В. Назаров, А.И. Рысин

Акционерное общество «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения»
(АО «УКБП»), г. Ульяновск, Россия

Статья поступила в редакцию 19.07.2023

В статье рассмотрены варианты сочетания информации в системах комбинированного видения, практическая методика подготовки трехмерных ландшафтов больших размеров и способ разбиения ландшафта на более мелкие участки для их визуализации. Задача рендеринга трехмерных ландшафтов рассмотрена применительно к системам комбинированного видения для повышения ситуационной осведомленности экипажа при эксплуатации летательного аппарата. Определены требования к ландшафту и технические ограничения при подготовке трехмерного ландшафта большого размера. Указаны перспективные направления дальнейших работ.

Ключевые слова: система комбинированного видения, комплекс бортового оборудования, трехмерный ландшафт, ситуационная осведомленность, генератор карт.

DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-4-145-153

EDN: SDSREI

ВВЕДЕНИЕ

Расширение спектра задач, возлагаемых как на пилотируемые ЛА, так и беспилотные авиационные системы (БАС), повлекло за собой расширение состава (функционала) комплекса бортового радиоэлектронного оборудования ЛА, как с использованием базового (типового) состава, так и за счет установки дополнительного (опционного) оборудования. На примере вертолетов марки «МИ» и «КА» можно перечислить следующие основные задачи современного вертолета общего назначения [1]:

– взлет/посадка с небольших неподготовленных площадок;

– выполнение круглосуточных полетов, в том числе в условиях слабоориентированной местности;

– в рамках выполнения задач санитарной авиации, поисково-спасательных работ, перевозка пассажиров и грузов.

Согласно Циркуляру 328 ИКАО «Беспилотные авиационные системы» внешний пилот БАС, также, как и КВС ЛА, полностью несет ответственность за обнаружение и предупреждение возможных конфликтных и других опасных ситуаций. Из чего следует, что они должны обладать практически одинаковыми знаниями и навыками. Кроме того, их рабочие места должны

быть идентичны в части индикационного обеспечения, а именно закабинного пространства и подстилающей поверхности. Наиболее это требуется при выполнении полетов в сложных метеоусловиях, в ночное время суток и в районах со сложным рельефом местности. При этом возникает потребность отображения информации о закабинном пространстве, как в 2D, так и 3D представлении.

При классификации причин авиационных происшествий (АП) выделяют следующие факторы [2]:

- человеческий фактор 70-80%;
- отказы АТ 20-30%;
- факторы внешней среды 10-15%.

В соответствии с этим распределением и строится стратегия борьбы за безопасность полетов (БП).

В последние годы основное внимание стало уделяться следующим категориям наиболее часто повторяющихся АП, а именно [2]:

- происшествия на ВПП;
- происшествия из-за потери управляемости в полете;
- происшествия, связанные со столкновением исправного воздушного судна с землей.

Анализ показывает, что в их основе лежат общие причины, которые можно сформулировать как недостаточное или полное непонимание экипажем развивающейся ситуации. Данный фактор определяют термином информационная или ситуационная осведомленность.

Таким образом, информационно-управляющая бортовая система обеспечения ситуационной осведомленности должна среди потенциальных угроз выявлять те, которые не-

Кузнецов Олег Игоревич, кандидат технических наук, заместитель директора НТЦР – главный конструктор. E-mail: kuznetsov@ukbp.ru

Назаров Сергей Васильевич, ведущий инженер-программист. E-mail: nazir1984@mail.ru

Рысин Александр Иванович, заместитель главного конструктора. E-mail: a.rysin@ukbp.ru

посредственно в краткосрочной перспективе угрожают выполнению текущего этапа полета ЛА и предоставлять информацию о них экипажу, прочие – фильтровать.

Все потенциальные угрозы БП условно можно разделить на 3 группы [3]:

- 1) внешние угрозы;
- 2) внутренние (по отношению к ЛА/БАС) угрозы;
- 3) угрозы недостаточности бортовых расходуемых средств.

В табл. 1 показаны некоторые из внешних угроз и бортовые средства их парирования.

Целью работы является разработка алгоритмов комплексирования (совмещения) разнородной информации для формирования комбинированного изображения закабинного пространства, их реализация в бортовом вычислителе.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

С учетом типового состава комплекса БРЭО вертолета общего назначения [4-6] и совокупности наземных средств подготовки данных можно выделить следующие подзадачи, которые должны быть решены для повышения ситуационной осведомленности экипажа:

1) Поддержка работы с векторными топографическими 2D-картами с обеспечением:

- движения карты с ее ориентацией на географический Север, по фактическому путевому углу или по курсу ЛА как вдоль линии плана полета, так и в режиме панорамирования (просмотра) территорий, не попадающих в текущую отображаемую область;
- определения текущих географических координат, высоты, азимута и расстояния до точки положения курсора в режиме панорамирования;
- включения или отключения слоев картографической информации (гидрография, промышленные объекты, воздушные трассы, аэродромы и вертолетные площадки и т.д.);
- индексированного поиска населенных пунктов и навигационных точек с возможностью перемещения в найденную область интереса на топографической карте;
- изменения яркости и палитры картографической основы в зависимости от условий внешней освещенности.

2) Поддержка работы с аэронавигационной информацией (АНИ), включая конвертацию из формата ARINC 424 в специальный внутренний формат, для обеспечения:

- просмотра АНИ на фоне 2D-карт;

Таблица 1. Внешние угрозы

№ п/п	Угрозы	Бортовые средства инструментального обнаружения угрозы	Время для принятия решения
1	Маршрут проходит через область опасной метеобстановки	Меторадиолокационная станция (МнРЛС)	От 4 с
2	Недопустимая близость к запретной зоне полета, границы которой заданы	Р/с VDL-стандарта с обеспечением приема АНБД и зон NOTAM из системы ОРВД (АЗН-В) или МПСН.	От 4 с
3	Опасное столкновение с землей или искусственным препятствием	СРПБЗ. Специализированный вычислитель с БД искусственных препятствий.	От 4 с
4	Опасное сближение с другим ЛА	Система предотвращения столкновений в воздухе (TCAS). Р/с VDL-стандарта с обеспечением приема воздушной обстановки (транспондер АЗН-В).	От 4 с
5	Опасное сокращение дистанции между ЛА при полете в группе	Система предотвращения столкновений в воздухе (TCAS). Р/с VDL-стандарта с обеспечением приема воздушной обстановки (транспондер АЗН-В).	От 4 с
6	Применение по ВС средств поражения	Бортовой комплекс обороны (БКО)	От 2 с

– индексированного поиска информации по контексту.

3) Поддержка работы с информацией об искусственных препятствиях (ИП), включая конвертацию из формата ARINC 424 в специальный внутренний формат.

4) Поддержка работы с информацией о рельефе местности с использованием цифровой модели рельефа (ЦМР), включая конвертацию из формата GeoTIFF в специальный внутренний формат.

5) Поддержка работы с оперативной навигационной и маршрутной информацией от внешних датчиков и систем с отображением ее поверх картографической основы.

6) Планирование плана полета с обеспечением ввода или корректировки информации в табличном виде с отображением для каждого промежуточного пункта маршрута оставшегося времени и время прибытия, остаток топлива, с возможностью записи треков на эксплуатационный накопитель.

7) Совместное графическое отображение профиля полета и вертикального сечения рельефа местности.

Внедрение геоинформационных технологий существенно расширяет представление экипажа о территории района выполнения задачи. Сформированная картографическая основа может быть также дополнена следующей оперативной информацией от внешних систем:

– текущей воздушной обстановкой с указанием направления, модуля путевой скорости, высоты и превышения объекта;

– зонами опасных метеоявлений (ОМЯ) с указанием их типа и интенсивности, направления и скорости движения, а также временного интервала действия прогноза, полученного от наземного метеосервера;

– метеоинформацией от метеорадиолокационной станции (МнРЛС) в режимах сканирования «Воздух» и обзор земной поверхности «ОЗП» (Weather radar (WR) – ARINC-708A).

Таким образом, выше сформирован объем необходимой информации – входные данные для решения поставленной задачи повышения ситуационной осведомленности экипажа ЛА.

Далее будут рассмотрены требования к получаемому решению, накладываемые ограничения и способ подготовки элементов ландшафта к визуализации для реализации в составе бортовых вычислителей.

ТРЕБОВАНИЯ К ЛАНДШАФТУ

Синтез комплексного изображения строится на базе единой картографической основы, к которой предъявляются следующие требования:

● размер видимого фрагмента ландшафта должен быть достаточно большим (до 400×400

км) с различной детализацией в зависимости от выбранного масштаба, что обеспечивает выполнение задач пилотирования, планирования полетного задания и разведки, в т.ч. при длительном перелете по маршруту между городами;

● рельеф местности должен быть максимально приближен к реальному, что позволит выполнять маневрирование ЛА в условиях маловысотного полета.

Для этого необходимо чтобы:

– шаг сетки (детализация) карты высот был не больше 30 метров;

– текстуры рельефа должны формироваться на основе спутниковых снимков высокой четкости непосредственно в процессе построения или подготовлены в специальном формате.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ

Задача подготовки ландшафтов большого размера (например, 400×100 км) и его рендеринга с большой частотой кадров (не менее 50) является сложной ввиду следующих обстоятельств:

– загрузка сразу всего ландшафта со всеми элементами (деревьями, инженерными сооружениями, строениями и т.д.) требует значительного количества времени и объемов памяти (ОЗУ и видеопамати);

– рендеринг сразу всей карты (одним массивом данных) не возможен ввиду технических ограничений графических процессоров, а именно:

● ограничения на максимальное число вершин ландшафта;

● ограничения на размер текстуры;

● ограничения по количеству текстур для ландшафта;

● ограничения по объему видеопамати.

СПОСОБ РАЗБИЕНИЯ ЛАНДШАФТА НА МЕЛКИЕ УЧАСТКИ

Требуется разбить большой ландшафт на такие мелкие участки, которые будут рендериться с учетом технических возможностей графического процессора. Разбиение большого ландшафта на мелкие участки позволит графической системе (ГС) определять, каким участкам нужен рендеринг, а каким нет. Кроме того, ГС дается возможность решать, какой степени детализации требует при рендеринге каждый участок, что ускоряет ход обработки менее важных из них [7].

Одна из основных задач конвейера рендеринга состоит в том, чтобы определить какие участки нуждаются в отображении, а какие нет. Анализ видимости это простое выяснение того, какие объекты в конкретный момент времени находятся в поле видимости, а какие нет. Каж-

дый участок может быть описан параллелепипедом в случае псевдо 3D представления или квадратом для 2D представления, каждая точка которого проверяется на вхождение в поле зрения. Поле зрения представляет собой шестигранник, который описывает объем пространства, видимый через «камеру». Представление участков в поле зрения показано на рисунке 1. Закрашенные участки попадают в поле зрения, незакрашенные – нет.

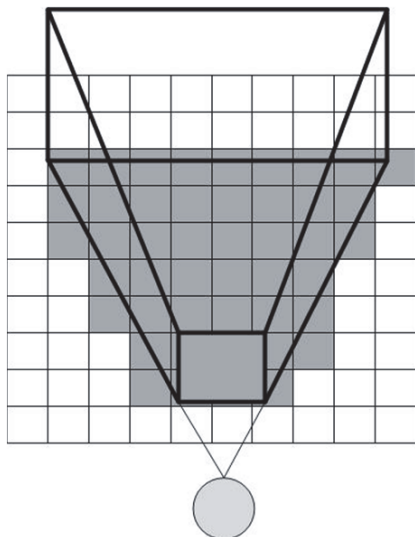


Рис. 1. Поле зрения «камеры»

В целях рационального распределения ресурсов памяти должна быть организована динамическая загрузка и выгрузка участков ландшафта. Участки, находящиеся за радиусом выгрузки, удаляются из памяти, ожидая того момента, когда они понадобятся снова (см. рис. 2).

Разбиение ландшафта на участки происходит исходя из ограниченного размера текстуры в современных видеоконтроллерах, максимальный размер которой может составлять 16384×16384 точек. Однако, для поддержки рендеринга ландшафта, рекомендуется использовать текстуры размером не более 4096×4096 точек. Также следует учесть, что размер текстуры в точках должен быть кратным степени 2 (256×256 , 512×512 , 1024×1024 , 2048×2048 , 4096×1024 , 2048×256 и т.д.). Это связано с технологией выбора уровня детализации текстур для объектов с различной удаленностью от «камеры» (mipmapping).

Таким образом, подготовленную текстуру всего ландшафта шириной W_T и высотой H_T необходимо разбить на N_W по ширине и N_H по высоте участков в соответствии с выбранным размером текстуры участка ландшафта $T_{baseW} \times T_{baseH}$ [8].

В случае, если размер текстуры ландшафта не кратен выбранному размеру текстуры, N_W и N_H рассчитываются по формулам:

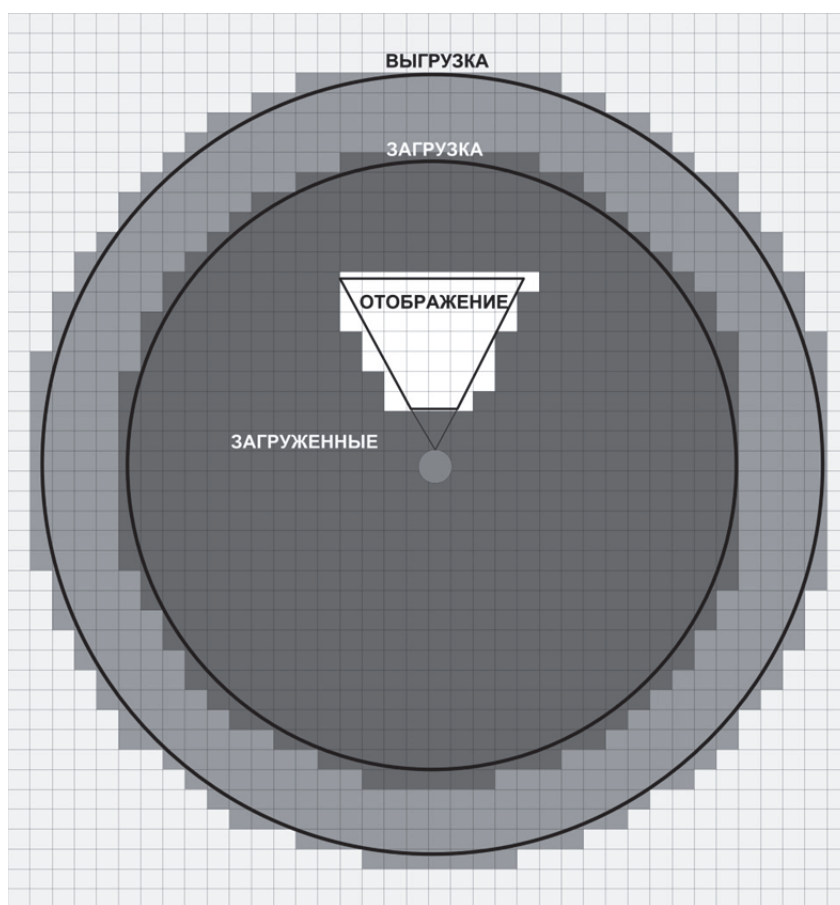


Рис. 2. Зоны отображения, загрузки и выгрузки участков ландшафта

$$N_W = TRUNC\left(\frac{W_T}{T_{baseW}}\right) + 1, \quad (1)$$

$$N_H = TRUNC\left(\frac{H_T}{T_{baseH}}\right) + 1. \quad (2)$$

Функция TRUNC возвращает целую часть от вещественного числа.

В случае, если размер текстуры ландшафта кратен выбранному размеру текстуры, N_W и N_H рассчитываются по формулам:

$$N_W = \frac{W_T}{T_{baseW}}, \quad (3)$$

$$N_H = \frac{H_T}{T_{baseH}}. \quad (4)$$

После того как текстуры ландшафта разбиты по сетке из $N_W \times N_H$ участков, необходимо разбить на участки рельеф ландшафта, необходимый для реализации функции синтезированного видения (Synthetic Vision System). Рельеф ландшафта представляет собой карту высот – способ представления геометрии ландшафта в виде двумерного массива значений высот, вписанных в регулярную сетку. Карта высот, размером $L_W \times L_H$ точек разбивается на $N_W \times N_H$ участков.

Размер (количество точек) участка карты высот определяется по следующим формулам [8]:

- для участков с 1 по $N_W - 1$ (на рис. 3 не закрашены):

$$K_W = TRUNC\left(\frac{(L_W - 1) \cdot T_{baseW}}{W_T}\right) + 1; \quad (5)$$

- для участков с 1 по $N_H - 1$ (на рис. 3 не закрашены):

$$K_H = TRUNC\left(\frac{(L_H - 1) \cdot T_{baseH}}{H_T}\right) + 1; \quad (6)$$

- для участков N_w (на рис. 3 заштрихованы):

$$K_{W_last} = L_W - (K_{W1} - 1) \cdot (N_W - 1), \quad (7)$$

где K_{w1} – количество точек в сетке по ширине первого участка;

- для участков N_h (на рис. 3 закрашены):

$$K_{H_last} = L_H - (K_{H1} - 1) \cdot (N_H - 1), \quad (8)$$

где K_{h1} – количество точек в сетке по высоте первого участка.

Таким образом, карта высот делится на участки, размеры участков определены, однако, при расчете размеров участков по формулам 5, 6 используется функция выделения целой части из вещественного числа, поскольку в общем случае деление количества точек ландшафта на относительный размер текстуры участка не является целым числом. В связи с этим необходимо определить реально используемый размер текстуры, который необходимо использовать при расчете текстурных координат вершинных буферов участков ландшафта. Это позволит исключить смещение текстур по ландшафту. Используемые размеры текстур будут меньше $T_{baseW} \times T_{baseH}$ и определяются по формулам:

$$T_{Real_W}(i) = \frac{(K_{Wi} - 1) \cdot W_T}{L_W - 1}, \quad (9)$$

где $i = 1 \dots N_W$ – номер участка по ширине,

K_{wi} – количество точек по ширине карты высот i -го участка;

$$T_{Real_H}(i) = \frac{(K_{Hi} - 1) \cdot H_T}{L_H - 1}, \quad (10)$$

где $i = 1 \dots N_H$ – номер участка по высоте,

K_{hi} – количество точек по высоте карты высот i -го участка.

Вне зависимости от рассчитанного используемого размера текстур участков ландшафта, размеры текстур должны иметь размер $T_{baseW} \times T_{baseH}$, которые можно дополнить либо частью информации от следующей текстуры, либо залить черным цветом. Размер крайних (последние по ширине и высоте) текстур будет также отличаться от размера $T_{baseW} \times T_{baseH}$. В таком случае необходимо откорректировать раз-

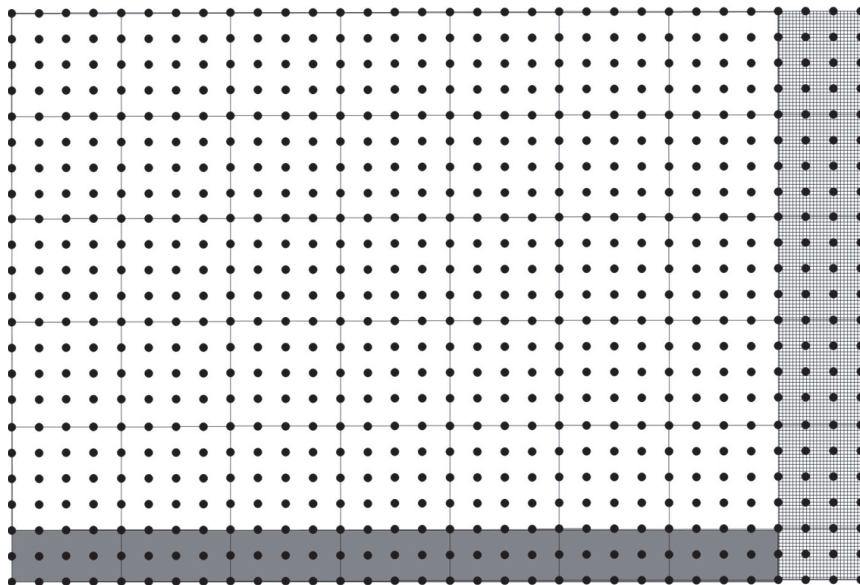


Рис. 3. Разбиение сетки высот на участки

мер таких текстур до нужного $T_{baseW} \times T_{baseH}$, причем добавленную область текстуры залить черным цветом.

Начальные значения координат текстур участков (в пикселях) определяются по формулам:

$$T_{start_W}(i) = TRUNC((i - 1) \cdot T_{Real_W}(1)), (11)$$

где $i = 1 \dots N_w$ – номер участка по ширине сетки;

$$T_{start_H}(i) = TRUNC((i - 1) \cdot T_{Real_H}(1)), (12)$$

где $i = 1 \dots N_H$ – номер участка по высоте сетки.

Кроме рассчитанного используемого размера и начальных значений координат текстур участков ландшафта, необходимо рассчитать начальное смещение текстуры, поскольку используемый размер текстур является вещественным числом, и следующий участок начинается также не с начала текстуры. Смещения текстуры, которые необходимо использовать при расчете текстурных координат вершинных буферов участков ландшафта, определяются по формулам [8]:

$$dT_W(i) = (i - 1) \cdot T_{Real_W}(1) - T_{start_W}(i), (13)$$

где $i = 1 \dots N_w$ – номер участка по ширине сетки;

$$dT_H(i) = (i - 1) \cdot T_{Real_H}(1) - T_{start_H}(i), (14)$$

где $i = 1 \dots N_H$ – номер участка по высоте сетки.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В рамках программы импортозамещения АО «УКБП» разработан блок формирования информации БФИ.

Изделие предназначено для формирования картографической и навигационной информации для последующего отображения на средствах индикации в кабине пилотов. БФИ прошел государственные летные испытания, конструкторская документация имеет литеру «О1». В настоящий момент модификация изделия массово поставляется для различных вертолетов.

Внешний вид изделия представлен на рисунке 4.

В качестве вычислительного ядра применен унифицированный процессорный модуль с возможностью построения, в дальнейшем, на его базе широкой линейки устройств формирования, обработки и отображения информации, содержащий высокоскоростные цифровые интерфейсы такие как ARINC 818, ARINC 664 и др.

Характерной особенностью изделия, отличающей его от аналогичных устройств, является наличие поддержки широкой номенклатуры видеоинтерфейсов, что в сочетании с высокопроизводительным графическим процессором, ОЗУ объемом 2 Гб обеспечивает формирование 2D и 3D изображений с высокой информационной насыщенностью и различными визуальными эффектами [9, 10].



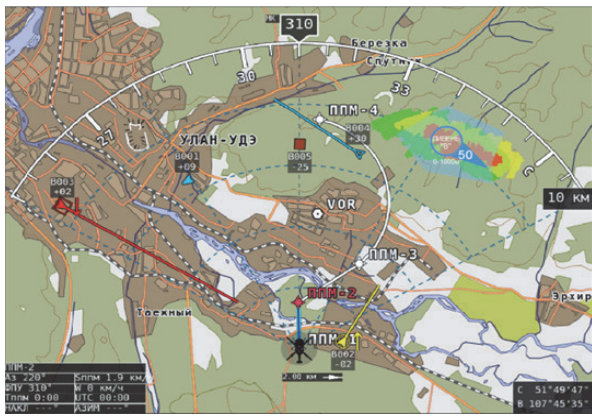
Рис. 4. Внешний вид БФИ

Результаты работы описанного выше алгоритма при различных сочетаниях накладываемой информации, реализованного на базе изделия БФИ представлены на рисунке 5.

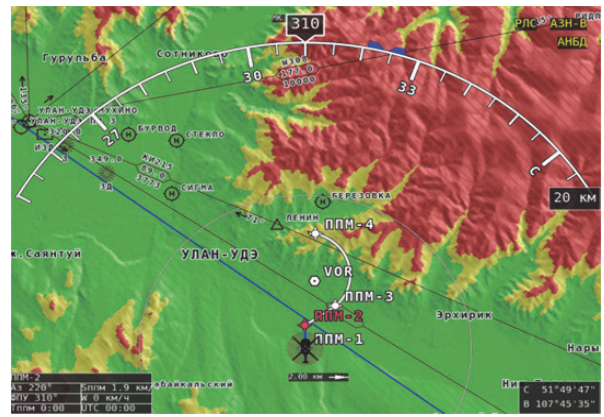
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ

Повышение ситуационной осведомленности также может быть обеспечено за счет реализации комбинированного видения, когда информация от сенсоров разных спектральных диапазонов совмещается в одно изображение. Актуальная информация о местности для систем комбинированного видения может поступать как от дополнительных датчиков и систем, расширяемых функционал ЛА-носителя, так и от внешних источников, которыми могут выступать, в частности, средства дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Для последующей обработки данная информация представляется в цифровом виде: потоковое видео или цифровое изображение. Таким образом, как показано в [11, 12] принято говорить о применимости подходов технологии обработки данных (отдельных изображений и видеоданных) без привязки к их источнику. Форматы информации для представления подобных данных и взаимного обмена ими как между ЛА, так и внутри комплекса на сегодняшний день хорошо детерминированы, в частности:

- изображения представляются в сжатых и несжатых форматах (TIFF, BMP);
- видео в форматах потокового видео, где кадры следуют один за другим, а кодирование осуществляется внешним кодеком;
- аннотирующая информация в текстовом или бинарном виде. Возможные варианты [13] подобного совмещения представлены на рисунке 6.



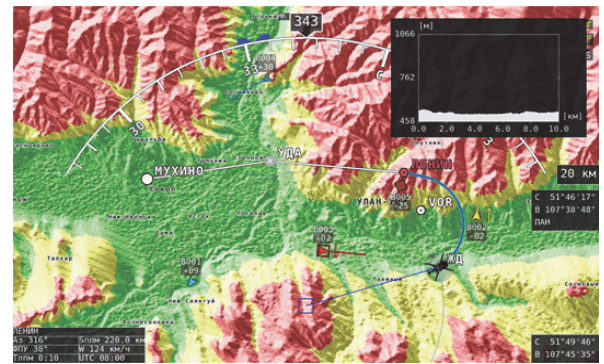
а



б



в

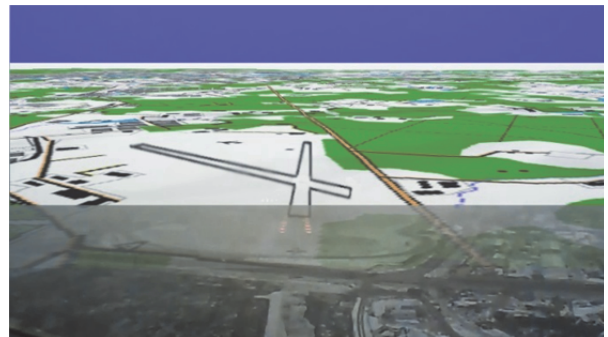


г

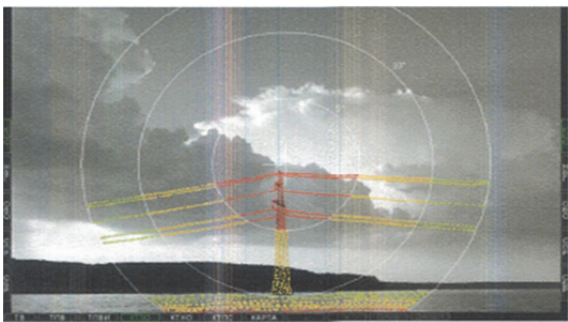
Рис. 5. Сочетание слоев накладываемой информации



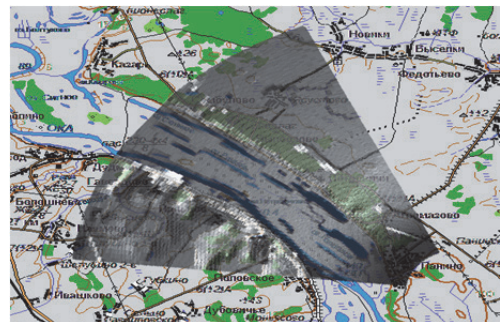
а



б



в



г

Рис. 6. Примеры изображений, получаемых в системах комбинированного видения:

- а – ТВ изображение ВПП во «Внуково» при выходе из облачности;
- б – CVSS – совмещенное комбинированное изображение EVS + SVS;
- в – совмещение лазерно-локационного канала с ТВ изображением;
- г – совмещение РЛИ в режиме «ОЗП» с ЦКМ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполненных работ были получены следующие результаты:

– разработаны модификации алгоритмов построения изображения топографической карты и ее комплексирования с дополнительной информацией, оптимизированные с точки зрения их реализации в бортовых вычислителях;

– разработан, испытан и серийно выпускается отечественный блок формирования навигационной информации, не уступающий по характеристикам аналогичным иностранным изделиям.

В заключении стоит отметить следующие факторы, сдерживающие развитие систем рассматриваемого класса:

1. отсутствие единого банка актуальных пространственных данных требуемых территорий;

2. неполная формализация представления данных априорной и оперативной информации.

С учетом общности требований, предъявляемых к пилотируемым ЛА и БАС как на уровне данных, так и на уровне представления информации экипажу/оператору блок формирования информации БФИ за счет широкой номенклатуры как авиационных, так и стандартных общепромышленных интерфейсов может использоваться как аппаратное решение для систем повышения ситуационной осведомленности экипажа в составе комплексов БРЭО, пунктов управления БАС и авиационных тренажерах различных типов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афонин, А.В.* Совершенствование бортового оборудования и эксплуатационно-технических характеристик, их влияние на стоимость владения вертолетом (жизненного цикла) и безопасность полётов / А.В. Афонин // *Международный научный журнал «Молодой ученый»*. 2016. № 25 (129). С. 10–17.
2. Ерусалимский, М. «Ситуационное понимание» как фактор авиационных происшествий / М. Ерусалимский, И. Ерусалимский. – URL: <https://www.aex.ru/docs/4/2012/12/13/1693/> (дата обращения 05.05.2023).
3. *Колисниченко, А.В.* Бортовая интеллектуальная информационная система «Ситуационная осведомленность экипажа вертолета» / А.В. Колисниченко, Б.Е. Федун // *Мехатроника, автоматизация, управления*. – 2016. – Том 17. – № 10. – С. 703–706.
4. Патент №2520174 РФ, МПК В64С 13/00 (2006.01) G01С 23/00 (2006.01) G05D 1/00 (2006.01) G08G 5/00 (2006.01) В64С 27/04 (2006.01). Комплекс бортового оборудования вертолета: №2012132923: заявл. 01.08.2012: опубликовано 10.02.2014/ *Гринкевич О.П., Жилин В.А., Каск Ю.А., Кожевников В.И., Кузнецов О.И., Макаров Н.Н., Бочков В.Л., Жосан Н.В., Короткевич М.З., Птицын А.Н.*; заявитель АО «УКБП».
5. *Ефанов, В.Н.* Принципы формирования оптимального облика бортового оборудования перспективного вертолета / В.Н. Ефанов, Р.М. Тузбеков // *Вестник УГАТУ*. – 2014. – Т. 18. – № 2(63). – С. 103–112.
6. *Тарасенко, А.В.* Пилотажно-навигационный комплекс для «стеклянной кабины» вертолета Ми-171А2 / А.В. Тарасенко // *Конструкторское бюро*. – 2020. – № 6.
7. *Снук, Грег.* Создание 3D-ландшафтов в реальном времени с использованием C++ и DirectX 9: пер. с англ. / Грег Снук. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2007. – 368 с.
8. *Назаров, С.В.* Подготовка трехмерных ландшафтов для комплексного полунатурного стенда проверки и отладки комплекса бортового оборудования вертолета / С.В. Назаров, С.К. Киселев // *Автоматизация процессов управления*. – 2019. – Т. 57. – № 3 – С. 21–28.
9. Патент №214382 РФ, МПК G06F 15/00 (2006.01) G01С 23/00 (2006.01). Многофункциональный бортовой вычислитель: №2022106507: заявл. 10.03.2022: опубликовано 25.10.2022 / *Кузнецов О.И., Назаров С.В., Рысин А.И., Черкашин С.В., Чувашов И.Л.*; заявитель АО «УКБП».
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022663789. Программный компонент: №2022663117: заявл. 12.07.2022: опубликовано 20.07.2022/ *Ларин К.В., Рысин А.И., Тараскин Ю.В., Галявин А.В.*; заявитель АО «УКБП».
11. XI Всероссийская научно-техническая конференция «Научные чтения по авиации, посвященные памяти Н.Е. Жуковского»: сборник докладов. – Москва: Изд. дом Академии им. Н.Е. Жуковского, 2014. – 533 с.
12. Цифровая обработка изображений в видеоинформационных системах: учебное пособие / Е. В. Медведева – Киров: ВятГУ, 2015. – 107 с.
13. *Костяшкин, Л.Н.* Проблемные аспекты системы комбинированного видения летательных аппаратов / Л.Н. Костяшкин, А.А. Логинов, М.Б. Никифоров // *Известия ЮФУ. Технические науки*. – 2013. – № 5(142). – С. 61–65.

ON THE ISSUE OF INCREASING SITUATIONAL AWARENESS OF THE CREW OF A MULTI-PURPOSE AIRCRAFT

© 2023 O.I. Kuznetsov, S.V. Nazarov, A.I. Rysin

“Ulyanovsk Instrument Manufacturing Design Bureau” JSC
(UIMDB JSC), Ulyanovsk, Russia

The article discusses options for combining information in systems of combined vision, a practical technique for preparing three-dimensional landscapes of large sizes and a way of dividing the landscape into smaller areas for their visualization. The task of rendering three-dimensional landscapes is considered in relation to combined vision systems to increase situational awareness of the crew during the operation of the aircraft. The requirements for the landscape and technical limitations in the preparation of a three-dimensional landscape of large size are determined. Promising areas of further work are indicated.

Key words: combined vision system, avionics complex, three-dimensional landscape, situational awareness, map generator.

DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-4-145-153

EDN: SDSREI

REFERENCES

1. Afonin, A.V. Sovershenstvovanie bortovogo oborudovaniya i ekspluatacionno-tekhnicheskikh karakteristik, ih vliyaniye na stoimost' vladeniya vertoletom (zhiznennogo cikla) i bezopasnost' polyotov / A.V. Afonin // Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal «Molodoj uchenyj». 2016. № 25 (129). S. 10–17.
2. Erusalimskij, M. Situacionnoe ponimaniye kak faktor aviacionnyh proisshestvij / M. Erusalimskij, I. Erusalimskij. – URL: <https://www.aex.ru/docs/4/2012/12/13/1693/> (data obrashcheniya 05.05.2023).
3. Kolisnichenko, A.V. Bortovaya intellektual'naya informacionnaya sistema «Situacionnaya osvedomlennost' ekipazha vertoleta» / A.V. Kolisnichenko, B.E. Fedunov // Mekhatronika, avtomatizatsiya, upravleniye. – 2016. – Tom 17. – № 10. – S. 703–706.
4. Patent №2520174 RF, MPK B64C 13/00 (2006.01) G01C 23/00 (2006.01) G05D 1/00 (2006.01) G08G 5/00 (2006.01) B64C 27/04 (2006.01). Kompleks bortovogo oborudovaniya vertoleta: №2012132923: zayavl. 01.08.2012: opublikovano 10.02.2014/ Grinkevich O.P., ZHilin V.A., Kask YU.A., Kozhevnikov V.I., Kuznecov O.I., Makarov N.N., Bochkov V.L., ZHosan N.V., Korotkevich M.Z., Pticyan A.N.; zayavitel' AO «UKBP».
5. Efanov, V.N. Principy formirovaniya optimal'nogo oblika bortovogo oborudovaniya perspektivnogo vertoleta / V.N. Efanov, R.M. Tuzbekov // Vestnik UGATU. – 2014. – T. 18. – № 2(63). – S. 103–112.
6. Tarasenko, A.V. Pilotazhno-navigacionnyy kompleks dlya «steklyannoj kabiny» vertoleta Mi-171A2 / A.V. Tarasenko // Konstruktorskoe byuro. – 2020. – № 6.
7. Snuk, Greg. Sozdanie 3D-landshaftov v real'nom vremeni s ispol'zovaniem S++ i DirectX 9: per. s angl. / Greg Snuk. – M.: KUDIC-OBRAZ, 2007. – 368 s.
8. Nazarov, S.V. Podgotovka trekhmernykh landshaftov dlya kompleksnogo polunatural'nogo stenda proverki i otladki kompleksa bortovogo oborudovaniya vertoleta / S.V. Nazarov, S.K. Kiselev // Avtomatizatsiya processov upravleniya. – 2019. – T. 57. – № 3 – S. 21–28.
9. Patent №214382 RF, MPK G06F 15/00 (2006.01) G01C 23/00 (2006.01). Mnogofunkcional'nyy bortovoj vychislitel': №2022106507: zayavl. 10.03.2022: opublikovano 25.10.2022 / Kuznecov O.I., Nazarov S.V., Rysin A.I., Cherkashin S.V., Chuvashov I.L.; zayavitel' AO «UKBP».
10. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registratsii programmy dlya EVM №2022663789. Programmnyy komponent: №2022663117: zayavl. 12.07.2022: opublikovano 20.07.2022/ Larin K.V., Rysin A.I., Tarasenko YU.V., Galyavin A.V.; zayavitel' AO «UKBP».
11. XI Vserossiyskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya «Nauchnye chteniya po aviacii, posvyashchennyye pamyati N.E. ZHukovskogo»: sbornik dokladov. – Moskva: Izd. dom Akademii im. N.E. ZHukovskogo, 2014. – 533 s.
12. Cifrovaya obrabotka izobrazhenij v videoinformacionnykh sistemah: uchebnoe posobie / E. V. Medvedeva – Kirov: VyatGU, 2015. – 107 s.
13. Kostyashkin, L.N. Problemnye aspekty sistemy kombinirovannogo videniya letatel'nykh apparatov / L.N. Kostyashkin, A.A. Loginov, M.B. Nikiforov // Izvestiya YUFU. Tekhnicheskie nauki. – 2013. – № 5(142). – S. 61–65.

Oleg Kuznetsov, PhD in Engineering Sciences, Deputy Director – Chief Designer. E-mail: kuznetsov@ukbp.ru
Sergey Nazarov, Leading Programmer of UIMDB JSC. E-mail: nazir1984@mail.ru
Alexandr Rysin, Deputy Chief Designer. E-mail: a.rysin@ukbp.ru