

СИСТЕМА БОРТОВОЙ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПИЛОТИРУЕМЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ

Н.С. Копорский, Б.В. Видин, И.О. Жаринов
ФГУП «Санкт-Петербургское ОКБ «Электроавтоматика»

Одним из приоритетных направлений использования прироста вычислительных мощностей бортового оборудования (БРЭО) является привлечение к решению целевых задач авиационных комплексов современных геоинформационных технологий [1]. Последние, предоставляя богатый набор средств обработки, анализа и визуализации геопространственных данных, т.е. данных, имеющих пространственную привязку, способны существенно повысить эффективность решения задач навигации, наведения, управления ЛА и пр.

Для реализации геоинформационных технологий в комплексах БРЭО в их вычислительные системы БЦВС обеспечивается ввод цифровых геопространственных данных. Ввод данных осуществляется из двух источников: с пульта ввода данных информационно-управляющего поля в ручном режиме и из встроенной карты памяти, содержащей электронный вид карты, в автоматическом режиме. Отображение геопространственных данных на борту ЛА осуществляется средствами индикации — МФЦИ [2].

Наиболее характерными приложениями геоинформационных технологий являются [1]: индикация навигационной (навигационно-тактической) обстановки, автоматическая обзорно-сравнительная (корреляционно-экстремальная) навигация, предотвращение траекторных инцидентов (столкновений с наземными препятствиями, попадания в запретные зоны, в зоны действия активных угроз, в зоны опасных метеоявлений и т.п.), оперативная оптимизация маршрута, автоматизация маловысотного полета, повышение качества получаемых в полете изображений местности путем их совмещение с цифровой картой и т.п.

В процессе синтеза изображений бортовая системы картографической информации (БСКИ) обеспечивает отбор подлежащих отображению объектов по следующим основным критериям [1]:

– по принадлежности к определенному виду пространственной информации (элементы топогеодезической, аэронавигационной, оперативно-тактической информации, элементы плана полета, фактические навигационные элементы полета, результаты навигационных расчетов, результаты пространственного моделирования и т.п.);

– по принадлежности к определенному элементу пространственной информации (рельеф, гидрография, населенные пункты, дорожная сеть, растительный покров, промышленные объекты, заданный маршрут, радиотехнические средства обеспечения полетов и т.п.);

– по значимости объектов (крупные, средние, мелкие);

– по характеру влияния объектов на полет (препятствия, визуальные ориентиры, радиолокационные ориентиры, радиомаяки системы ближней навигации и т.п.);

– по связи характера влияния объектов на полет с сезонностью (всесезонные, летние, зимние) и с условиями естественного освещения (круглосуточные, дневные, ночные) и т.д.

БСКИ обеспечивает выполнение проекционных преобразований, то есть преобразований координат последовательностей точек, определяющих расположение картографических объектов, заданных в геодезической или какой-либо проекционной системе координат, в систему координат картографической проекции, предписанной для текущего режима синтеза картографических изображений.

Во время движения ЛА система БСКИ автоматически осуществляет динамическую «подкачку» на экран МФЦИ обновленного фрагмента картографической информации (как показано на рис.1) без перерисовки уже имеющейся части изображения. Это достигается за счет предварительной «упаковки» цифровой карты местности в твердотельной памяти БСКИ в виде зон определенного размера. Размер каждой зоны, а также объем выводимой на МФЦИ информации (уровень детализации карты местности) определяется выбранным пилотом масштабом отображения. Масштаб отображения переключается в соответствии с командами управления кнопочного обрамления индикаторов МФЦИ.



Рис. 1. Организация отображения фрагмента карты местности, расположенной в электронной карте памяти БСКИ, на экране индикаторов МФЦИ.

К настоящему времени разработано и исследовано [4] множество всевозможных высокоэффективных методов и алгоритмов решения геоинформационных приложений, в том числе задач отображения информации, навигации, наведения, управления и др. Достаточного уровня зрелости достигли геоинформационные технологии общего назначения. Организовано снабжение потребителей (в том числе эксплуатантов авиационной техники) некоторыми видами цифровых геопространственных данных. Однако, несмотря на имеющиеся предпосылки, широкомасштабного внедрения бортовых геоинформационных технологий на ЛА пока не произошло. Сегодня достигнуты определенные результаты, состоящие в создании и отработке систем раннего предупреждения приближения к земле, генераторов картографических изображений и некоторых других систем, реализующих отдельные бортовые геоинформационные приложения.

Несмотря на то, что зарубежные компании, такие как Honeywell, Harris Corp., Rockwell Collins, Thales Group и некоторые другие, в области бортовых цифровых картографических систем достигли несколько больших результатов, чем отечественные, например, ФГУП «Санкт-Петербургское ОКБ «Электроавтоматика», НПО «Мобильные информационные системы», ЗАО «Транзас» и др., им еще не удалось в полной мере реализовать геоинформационную поддержку всех целевых задач авиационных комплексов БРЭО.

Наибольшее распространение в настоящее время получили [3, 5] лингвистические методы построения картографических изображений на экране МФЦИ. Использование методов математической лингвистики в анализе фрагментов изображений предполагает наличие некоторого алфавита эталонов — графических примитивов, — формируемого на основе предварительного изучения стандартизованного пространства классов конечной размерности (линии сплошные и пунктирные, площади фигурной формы со сплошным цветным заполнением (полигоны), надписи типизированного набора шрифтов и спец. символов, окружности и дуги различных радиусов и т.п.), допустимого для представления карт земной поверхности.

В результате такого анализа формируется лингвистическое описание раstra, как взаимного пространственного расположения реализаций каждого класса графических примитивов, совмещенного слоями друг с другом. При этом в каждом слое карты содержится только часть общей картографической информации (например, слой 1 — только надписи названий населенных пунктов; слой 2 — площадные заливки рельефа местности; слой 3 — железные дороги, мосты, инженерные сооружения; слой 4 — границы зоны полетов; слой 5 — оперативно-тактическая информация и т.п.). Пример послойного формирования описания картографической информации приведен на рис.2.

Послойное совмещение (наложение) оказывается эффективным в случаях отображения карт земной поверхности с переменным содержанием:

– обеспечивается возможность коррекции оперативно-тактической информации без изменения и перерисовки рельефа подстилающей поверхности;

– при развороте ЛА и соответствующем ему довороте на средствах индикации всей карты местности обеспечивается строго горизонтальное отображение названий населенных пунктов (разворачивается только часть слоев карты) и т.п.

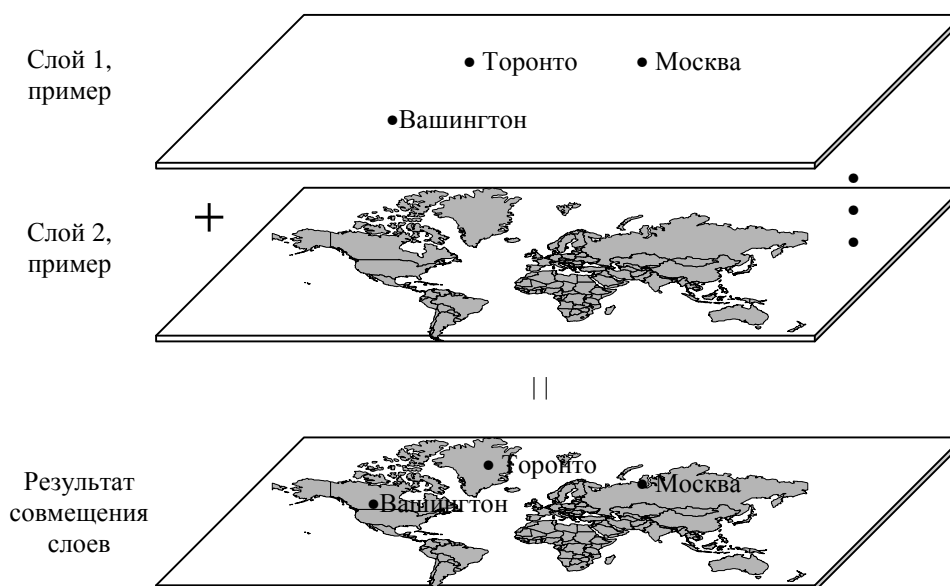


Рис. 2. Послойное формирования описания картографической информации.

Гибкость в описании каждого класса и минимизация размерности пространства классов позволит производить эффективное векторное сжатие картографического изображения (его послойную векторизацию). Кроме того, согласованность форм каждого из классов изображения с формами и образами зрительного восприятия пилотом картографической информации на экране МФЦИ оказывается эффективной при решении задач эргономической безопасности полетов.

Таким образом, используя заранее разработанный (на этапе кодирования) алфавит пространства классов, исходной информацией для отображения картографической информации оказывается лишь взаимное пространственное расположение реализаций каждого из классов между собой, заложенное в базе данных электронной памяти.

В настоящее время исследования технического облика современных систем БСКИ до конца не завершены. Ведутся работы по проектированию структуры БСКИ и их интеграции в составе БРЭО по трем возможным направлениям.

Первый вариант предполагает наличие множества баз геопространственных данных (рис.3, а) и предусматривает, что в каждой системе комплекса БРЭО, использующей геопространственные данные, имеется собственная (встроенная) база данных (электронная карта памяти), необходимых для решения всех целевых задач комплекса.

Второй вариант — централизованная бортовая база геопроостранственных данных (рис.3, б), предусматривающая, что в состав комплекса входит система управления (диспетчер) базой пространственных данных, которая по запросам потребителей (абонентов канала обмена информацией) передает им выборки исходных геопроостранственных данных, необходимых для решения целевых задач.

Третий вариант — единый бортовой геоинформационный ресурс (рис.3, в), предусматривающий, что в состав комплекса входит специализированная бортовая цифровая картографическая система, которая, объединяя в себе функции диспетчера и базы данных геоинформационной системы, по запросам потребителей передает им необходимые для решения целевых задач данные.

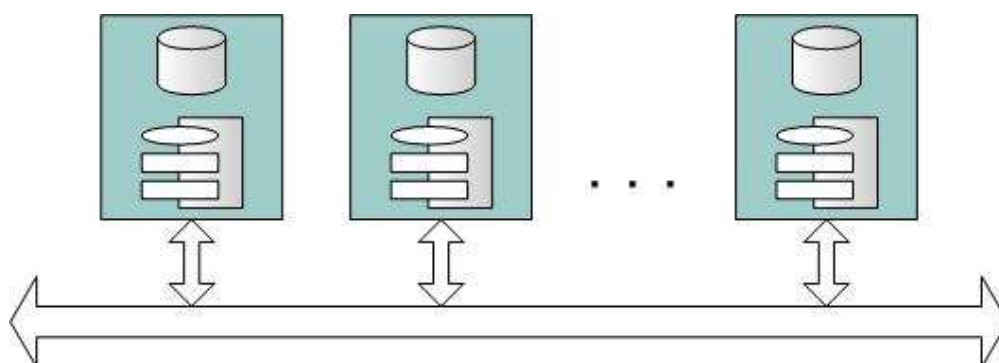


Рис.3,а. Вариант архитектуры «Множество баз геопроостранственных данных».

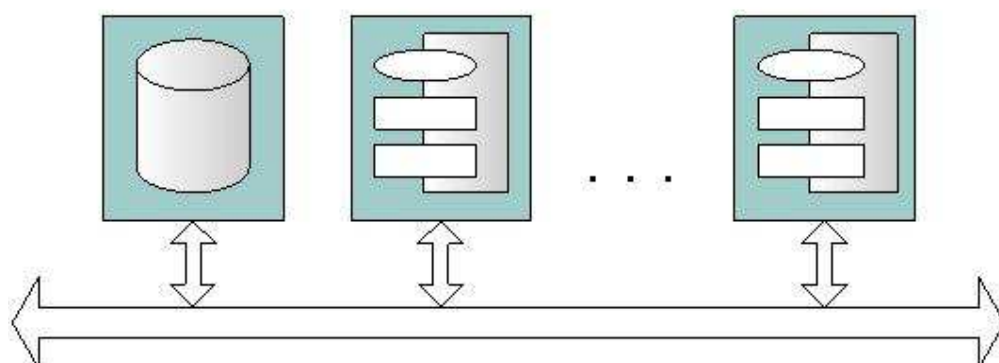


Рис.3,б. Вариант архитектуры «Централизованная база геопроостранственных данных»

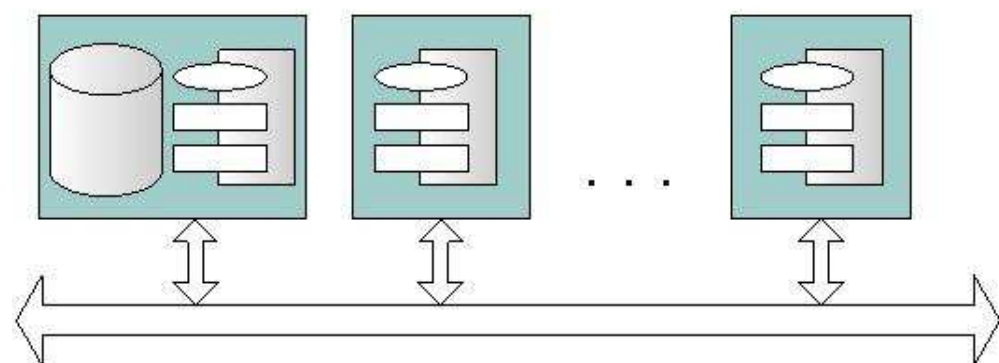


Рис.3,в. Вариант архитектуры «Единый бортовой геоинформационный ресурс».

Литература

1. Инженерная записка «Технические предложения по реализации бортовой системы картографической информации БСКИ-130 для самолета Як-130», ФГУП «СПб ОКБ «Электроавтоматика», НПО «Мобильные информационные системы», 2005 г.

2. Копорский Н.С., Видин Б.В., Жаринов И.О. Бортовые средства отображения информации современных пилотируемых летательных аппаратов // В кн. Современные технологии / Под ред. С.А. Козлова, В.Л. Ткалич. — СПб: СПбГУ ИТМО, 2004, — с.154–165. [[Текст статьи](#)]

3. Парамонов П.П., Видин Б.В., Сабо Ю.И., Жаринов И.О. Лингвистические структуры в задачах отображения пилотажно-навигационной информации на борту современного пилотируемого летательного аппарата / Информационные технологии, вычислительные и управляющие системы // 33-я конференция ППС ГУ ИТМО. СПб: СПбГУ ИТМО, 2004, — Вып.14 (научно-технический выпуск), — с.245–249.

4. Парамонов П.П., Ильченко Ю.А., Жаринов И.О. Теория и практика статистического анализа картографических изображений в системах навигации пилотируемых летательных аппаратов // Датчики и системы, 2001, — №8, — с.15–19. [[Текст статьи](#)]

5. Парамонов П.П., Ильченко Ю.А., Жаринов И.О., Тарасов П.Ю. Структурный анализ и синтез графических изображений на экранах современных средств бортовой индикации на плоских жидкокристаллических панелях // Авиакосмическое приборостроение, 2004. — №5, — с.50–57. [[Текст статьи](#)]