

[Назад к списку](#)

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) (11) (13)  
**RU 2250182 C1**  
(51) МПК 7 **B64D45/00, G06T1/00, G01C21/14,  
G06F19/00  
G06F165:00**

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: по данным на 27.01.2011 - действует

(21), (22) Заявка: **2004121191/11, 13.07.2004**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**13.07.2004**

(45) Опубликовано: **20.04.2005**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **WO 03/003312 A1, 09.01.2003. US 6023278 A, 08.02.2000. FR 2826721 A1, 03.01.2003. RU 2113727 C1, 20.06.1998.**

Адрес для переписки:

**125319, Москва, Авиационный пер., 5, ЗАО НПО  
"Мобильные информационные системы", В.Н.  
Быкову**

(72) Автор(ы):

**Бабак В.П. (RU),  
Быков В.Н. (RU),  
Виноградов Ю.Н. (RU),  
Ильченко Ю.А. (RU),  
Парамонов П.П. (RU),  
Суслов В.Д. (RU),  
Сухомлинов Д.В. (RU),  
Уткин Б.В. (RU),  
Юшинский Ю.Т. (RU)**

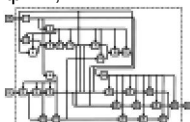
(73) Патентообладатель(и):

**Бабак Владимир Петрович (RU),  
Быков Владимир Николаевич (RU),  
Виноградов Юрий Николаевич (RU),  
Ильченко Юрий Алексеевич (RU),  
Парамонов Павел Павлович (RU),  
Суслов Владимир Дмитриевич (RU),  
Сухомлинов Дмитрий Владимирович (RU),  
Уткин Борис Владимирович (RU),  
Юшинский Юрий Темирович (RU)**

## (54) УСТРОЙСТВО СИНТЕЗА КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области авиационного приборостроения и может быть использовано в системах отображения информации пилотируемых летательных аппаратов. Устройство выполнено с модулем вычислительным, модулем памяти и модулем графическим и предназначено для динамического формирования последовательности картографических мнемокадров и их анимационной демонстрации на экранах бортовых многофункциональных индикаторов. При функционировании устройство использует заранее запасенные картографические данные и текущие полетные данные. В любой момент времени экипажу в графическом виде с высоким уровнем наглядности и читаемости представляется только самая актуальная информация, характеризующая складывающуюся навигационную обстановку. Это достигается за счет реализации связанных с определенными этапами, режимами и условиями полета нескольких режимов синтеза картографических мнемокадров, отличающихся критериями отбора отображаемых элементов навигационной обстановки, способами изображения этих элементов, картографическими проекциями, а также правилами позиционирования, ориентирования и масштабирования картографических изображений. Выбор режима синтеза картографических мнемокадров осуществляется автоматически по результатам идентификации текущих этапа, режима и условий полета или по усмотрению летного состава. Изобретение повышает ситуационную осведомленность членов экипажей пилотируемых летательных аппаратов на всех этапах полета. 4 з.п. ф-лы, 2 ил.



Изобретение относится к области авиационного приборостроения и может быть использовано в системах отображения информации пилотируемых летательных аппаратов. Изобретение обеспечивает повышение ситуационной осведомленности членов экипажей на всех этапах, режимах и в любых условиях полета.

Известно цифровое устройство для отображения трехмерных данных поверхности рельефа в виде многоугольников, выполненное на основе компьютера, подключенного входами к GPS-приемнику, авиагоризонту, гироскопу, высотомеру и другим информационным источникам, а выходом через графическую систему - к видеодисплею (US 6023278 A, 08.02.2000). Известное устройство, обеспечивая картографическое изображение рельефа, не отображает объективный состав подстилающей местности (населенные пункты, дороги и т.п.).

Наиболее близким к предложенному является устройство для синтеза изображения подстилающей территории, содержащее процессор, извлекающий информацию из картографической базы данных, картографический ускоритель, использующий данные объектового состава и рельефа, а также параметры полета для синтеза требуемого изображения, экран, на котором отображается синтезированное изображение, и управляющий контроллер (WO 03/003312 A1, 09.01.2003). Недостаток указанного устройства заключается в том, что при его практическом использовании отсутствует возможность выполнения проекционных преобразований, т.е. преобразований изображений местности из одной картографической проекции в другую.

Задачей изобретения является расширение функциональных возможностей подобного устройства за счет реализации критериального отбора, картографических проекционных и аффинных преобразований, а также выразительных способов изображения элементов пространственной информации с достижением технического результата, заключающегося в представлении экипажу в каждый момент времени в графическом виде с высоким уровнем наглядности и читаемости только самой актуальной (необходимой, важной и своевременной) информации, характеризующей складывающуюся навигационную обстановку.

Для решения поставленной задачи предложено устройство синтеза картографических изображений, содержащее последовательно включенные блок навигационных расчетов, блок проекционных преобразований навигационных данных, буферный накопитель результатов навигационных расчетов и накопитель данных объектового состава, блок пространственных расчетов, вход которого соединен с выходами накопителя данных объектового состава и накопителя данных рельефа, а выход - с входом буферного накопителя результатов пространственных расчетов, последовательно включенные блок проекционных преобразований данных объектового состава, буферный накопитель данных объектового состава, дополнительно соединенный выходом с входом накопителя данных объектового состава, накопитель векторных данных, дополнительно соединенный входом с выходами буферного накопителя результатов навигационных расчетов и буферного накопителя результатов пространственных расчетов, блок аффинных преобразований векторных данных и блок формирования векторных изображений, последовательно включенные блок проекционных преобразований данных рельефа, буферный накопитель данных рельефа, дополнительно соединенный выходом с входом накопителя данных рельефа, накопитель растровых данных, блок аффинных преобразований растровых данных и блок формирования растровых изображений, последовательно включенные накопитель текстовых данных, соединенный входом с выходами буферного накопителя данных объектового состава, буферного накопителя результатов навигационных расчетов и буферного накопителя результатов пространственных расчетов, блок размещения надписей и блок формирования надписей, блок совмещения изображений, вход которого соединен с выходами блока формирования векторных изображений, блока формирования растровых изображений и блока формирования надписей, а выход - с входом бортового многофункционального индикатора, накопитель данных плана полета и накопитель фактических параметров полета, входы которых соединены с выходом бортовой пилотажно-навигационной системы, а выходы - с входами блока навигационных расчетов, энергонезависимый носитель картографических данных, вход которого при подготовке устройства к полетам соединен с выходом наземной станции подготовки картографических данных, а выходы - с входами блока проекционных преобразований данных объектового состава и блока проекционных преобразований данных рельефа, блок управления расчетами, выходы которого соединены с управляющими цепями накопителя данных плана полета, накопителя фактических параметров полета, блока навигационных расчетов, блока проекционных преобразований навигационных данных, буферного накопителя результатов навигационных расчетов, накопителя данных объектового состава, накопителя данных рельефа, блока пространственных расчетов и буферного накопителя результатов пространственных расчетов, блок управления считыванием картографических данных, выходы которого соединены с управляющими цепями энергонезависимого носителя картографических данных, блока проекционных преобразований данных объектового состава, блока

проекционных преобразований данных рельефа, буферного накопителя данных объектового состава и буферного накопителя данных рельефа, блока управления формированием изображений, выходы которого соединены с управляющими цепями накопителя векторных данных, блока аффинных преобразований векторных данных, блока формирования векторных изображений, накопителя растровых данных, блока аффинных преобразований растровых данных, блока формирования растровых изображений, накопителя текстовых данных, блока размещения надписей, блока формирования надписей и блока совмещения изображений, блока управления режимами, вход которого соединен с выходами бортовой пилотажно-навигационной системы, буферного накопителя результатов навигационных расчетов и буферного накопителя результатов пространственных расчетов, а выходы - с входами блока управления расчетами, блока управления считыванием картографических данных и блока управления формированием изображений.

Блок управления режимами, блок управления расчетами, накопитель данных плана полета, накопитель фактических параметров полета, блок навигационных расчетов, блок проекционных преобразований навигационных данных, буферный накопитель результатов навигационных расчетов, накопитель данных объектового состава, накопитель данных рельефа, блок пространственных расчетов и буферный накопитель результатов пространственных расчетов составляют модуль вычислительный.

Блок управления считыванием картографических данных, энергонезависимый носитель картографических данных, блок проекционных преобразований данных объектового состава, блок проекционных преобразований данных рельефа, буферный накопитель данных объектового состава и буферный накопитель данных рельефа составляют модуль памяти.

Блок управления формированием изображений, накопитель векторных данных, накопитель растровых данных, накопитель текстовых данных, блок аффинных преобразований векторных данных, блок аффинных преобразований растровых данных, блок размещения надписей, блок формирования векторных изображений, блок формирования растровых изображений, блок формирования надписей и блок совмещения изображений составляют модуль графический.

В устройство может быть введен модуль интерфейсный, обеспечивающий информационное взаимодействие с бортовой пилотажно-навигационной системой.

На фиг.1 представлена функциональная схема предложенного устройства синтеза картографических изображений, а на фиг.2 показана его модульная структура.

На фиг.1 обозначены: блок 1 управления режимами, блок 2 управления расчетами, накопитель 3 данных плана полета, накопитель 4 фактических параметров полета, блок 5 навигационных расчетов, блок 6 проекционных преобразований навигационных данных, буферный накопитель 7 результатов навигационных расчетов, накопитель 8 данных объектового состава, накопитель 9 данных рельефа, блок 10 пространственных расчетов, буферный накопитель 11 результатов пространственных расчетов, блок 12 управления считыванием картографических данных, энергонезависимый носитель 13 картографических данных, блок 14 проекционных преобразований данных объектового состава, блок 15 проекционных преобразований данных рельефа, буферный накопитель 16 данных объектового состава, буферный накопитель 17 данных рельефа, блок 18 управления формированием изображений, накопитель 19 векторных данных, накопитель 20 текстовых данных, накопитель 21 растровых данных, блок 22 аффинных преобразований векторных данных, блок 23 размещения надписей, блок 24 аффинных преобразований растровых данных, блок 25 формирования векторных изображений, блок 26 формирования надписей, блок 27 формирования растровых изображений, блок 28 совмещения изображений, бортовой многофункциональный индикатор (МФИ) 29, бортовая пилотажно-навигационная система (ПНС) 30 и наземная станция подготовки картографических данных (СПКД) 31.

На фиг.2 обозначены: модуль вычислительный (МВ) 32, модуль памяти (МП) 33, модуль графический (МГ) 34, модуль интерфейсный (МИ) 35, локальная шина данных (ЛШД) 36 и общая шина данных (ОШД) 37.

Блок 5 навигационных расчетов, блок 6 проекционных преобразований навигационных данных, буферный накопитель 7 результатов навигационных расчетов и накопитель 8 данных объектового состава включены последовательно. Вход блока 10 пространственных расчетов соединен с выходами накопителя 8 данных объектового состава и накопителя 9 данных рельефа, а выход - с входом буферного накопителя 11 результатов пространственных расчетов. Блок 14 проекционных преобразований данных объектового состава, буферный накопитель 16 данных объектового состава, накопитель 19 векторных данных, блок 20 аффинных преобразований векторных данных и блок 25 формирования векторных изображений включены последовательно. Буферный накопитель 16 данных объектового состава дополнительно соединен выходом с входом накопителя 8 данных объектового состава. Накопитель 19 векторных данных дополнительно соединен входом с выходами буферного накопителя 7 результатов навигационных расчетов и буферного накопителя 11

результатов пространственных расчетов. Блок 15 проекционных преобразований рельефа, буферный накопитель 17 данных рельефа, накопитель 21 растровых данных, блок 24 аффинных преобразований растровых данных и блок 27 формирования растровых изображений включены последовательно. Буферный накопитель 17 данных рельефа дополнительно соединен выходом с входом накопителя 9 данных рельефа. Накопитель 20 текстовых данных, блок 23 размещения надписей и блок 26 формирования надписей включены последовательно. Накопитель 20 текстовых данных соединен входом с выходами буферного накопителя 16 данных объектового состава, буферного накопителя 7 результатов навигационных расчетов и буферного накопителя 11 результатов пространственных расчетов. Вход блока 28 совмещения изображений соединен с выходами блока 25 формирования векторных изображений, блока 27 формирования растровых изображений и блока 26 формирования надписей, а выход - с входом бортового многофункционального индикатора 29. Входы накопителя 3 данных плана полета и накопителя 4 фактических параметров полета соединены с выходом бортовой пилотажно-навигационной системы 30, а выходы - с входами блока 5 навигационных расчетов. Вход энергонезависимого носителя 13 картографических данных только во время записи картографических данных соединен с выходом наземной станции 31 подготовки картографических данных, а выходы - с входами блока 14 проекционных преобразований данных объектового состава и блока 15 проекционных преобразований рельефа. Выходы блока 2 управления расчетами соединены с управляющими цепями накопителя 3 данных плана полета, накопителя 4 фактических параметров полета, блока 5 навигационных расчетов, блока 6 проекционных преобразований навигационных данных, буферного накопителя 7 результатов навигационных расчетов, накопителя 8 данных объектового состава, накопителя 9 данных рельефа, блока 10 пространственных расчетов и буферного накопителя 11 результатов пространственных расчетов. Выходы блока 12 управления считыванием картографических данных соединены с управляющими цепями энергонезависимого носителя 13 картографических данных, блока 14 проекционных преобразований данных объектового состава, блока 15 проекционных преобразований рельефа, буферного накопителя 16 данных объектового состава и буферного накопителя 17 данных рельефа. Выходы блока 18 управления формированием изображений соединены с управляющими цепями накопителя 19 векторных данных, блока 22 аффинных преобразований векторных данных, блока 25 формирования векторных изображений, накопителя 21 растровых данных, блока 24 аффинных преобразований растровых данных, блока 27 формирования растровых изображений, накопителя 20 текстовых данных, блока 23 размещения надписей, блока 26 формирования надписей и блока 28 совмещения изображений. Вход блока 1 управления режимами соединен с выходами бортовой пилотажно-навигационной системы 30, буферного накопителя 7 результатов навигационных расчетов и буферного накопителя 11 результатов пространственных расчетов, а выходы - с входами блока 2 управления расчетами, блока 12 управления считыванием картографических данных и блока 18 управления формированием изображений.

Блок 1 управления режимами, блок 2 управления расчетами, накопитель 3 данных плана полета, накопитель 4 фактических параметров полета, блок 5 навигационных расчетов, блок 6 проекционных преобразований навигационных данных, буферный накопитель 7 результатов навигационных расчетов, накопитель 8 данных объектового состава, накопитель 9 данных рельефа, блок 10 пространственных расчетов и буферный накопитель 11 результатов пространственных расчетов составляют модуль вычислительный 32.

Блок 12 управления считыванием картографических данных, энергонезависимый носитель 13 картографических данных, блок 14 проекционных преобразований данных объектового состава, блок 15 проекционных преобразований данных рельефа, буферный накопитель 16 данных объектового состава и буферный накопитель 17 данных рельефа составляют модуль памяти 33.

Блок 18 управления формированием изображений, накопитель 19 векторных данных, накопитель 21 растровых данных, накопитель 20 текстовых данных, блок 22 аффинных преобразований векторных данных, блок 24 аффинных преобразований растровых данных, блок 23 размещения надписей, блок 25 формирования векторных изображений, блок 27 формирования растровых изображений, блок 26 формирования надписей и блок 28 совмещения изображений составляют модуль графический 34.

Модуль интерфейсный 35 обеспечивает информационное взаимодействие с бортовой пилотажно-навигационной системой 30.

Устройство синтеза картографических изображений предназначено для динамического формирования последовательности картографических мнемокадров и их анимационной демонстрации на экранах бортовых многофункциональных индикаторов. При функционировании устройство использует заранее запасенные картографические и штурманские данные, а также текущие полетные данные. В любой момент времени экипажу в графическом виде с высоким

уровнем наглядности и читаемости представляется только самая актуальная информация, характеризующая складывающуюся навигационную обстановку.

Информационные потребности членов экипажей пилотируемых летательных аппаратов зависят от осуществляемого этапа, реализуемого режима и сложившихся условий полета. В различных ситуациях может оказаться полезным отображение элементов самой разнообразной традиционно используемой в авиационной практике пространственной информации: топографической, аэронавигационной, элементов плана полета, фактических навигационных элементов полета, результатов навигационных расчетов, результатов пространственного моделирования и т.п.

Топографическая информация включает в себя основные элементы ландшафта местности, в том числе рельеф, гидрографию, населенные пункты, дорожную сеть, растительный покров, промышленные и социально-культурные сооружения и т.п. Аэронавигационная информация включает в себя данные по организации воздушного пространства, воздушным трассам и их оборудованию, аэродромам и их оборудованию, опасным и запретным зонам и т.п. Как топографическая, так и аэронавигационная информация заносятся в предлагаемое устройство заблаговременно посредством применения наземной станции подготовки картографических данных.

Элементами плана полета являются пункты маршрута, различного рода рубежи на маршруте и т.п. Элементы плана полета заносятся в предлагаемое устройство из пилотажно-навигационной системы на старте или при оперативном изменении маршрута в полете. Фактическими навигационными элементами полета являются параметры, характеризующие положение и движение летательного аппарата. К ним относятся текущие координаты местоположения, составляющие путевой скорости, высота полета и т.п. Фактические навигационные элементы в предлагаемое устройство поступают из пилотажно-навигационной системы на протяжении всего полета.

В результате навигационных расчетов определяются линии заданного и фактического пути, заданный и фактический профили полета, доверительная зона текущего местоположения летательного аппарата, прогнозируемые навигационные элементы полета и т.п. Исходными данными для навигационных расчетов являются элементы плана полета и сохраненные на предшествующих участках полета последовательности фактических навигационных элементов полета. Пространственное моделирование выполняется с целью формирования некоторых производных динамических пространственных объектов, таких как, зоны видимости при визуальном наблюдении земной поверхности или при наблюдении с применением технических средств дистанционного зондирования, зоны действия наземных радиотехнических средств обеспечения полетов и т.п. Исходными данными для выполнения пространственного моделирования являются топографическая информация, аэронавигационная информация, элементы плана полета, фактические навигационные элементы полета и некоторые другие данные.

Устройство обеспечивает отбор подлежащих отображению объектов по следующим основным критериям: по принадлежности к определенной категории пространственной информации (элементы топографической информации, элементы аэронавигационной информации, элементы плана полета, фактические навигационные элементы полета, результаты навигационных расчетов, результаты пространственного моделирования и т.п.), по принадлежности к определенному элементу (слою) пространственной информации (рельеф, гидрография, населенные пункты, дорожная сеть, растительный покров, промышленные и социально-культурные 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 и т.п.), по связи характера влияния объектов на полет с сезонностью (всесезонные, летние, зимние), по связи характера влияния объектов на полет с условиями естественного освещения (круглосуточные, дневные, ночные) и т.п.

Устройство обеспечивает выполнение проекционных преобразований, то есть преобразований координат точек, определяющих расположение объектов, заданных в геодезической или какой-либо проекционной системе координат, в систему координат картографической проекции, предписанной для текущего режима синтеза картографических изображений. Возможен выбор как собственно вида картографической проекции, так и параметров проекции, что позволяет добиваться минимальных искажений представления пространственной информации в окрестностях любого географического пункта, как правило местоположения контрольной точки аэродрома и т.п., или в окрестностях любой линии, как правило, текущей ортодромии.

Устройство обеспечивает выполнение некоторых аффинных преобразований пространственных данных относительно системы координат картографической проекции. В частности реализуется выбор значений смещений начала системы координат мнемокадра и угла поворота карты в мнемокадре, а также масштаба карты. Вариативность смещений и угла поворота карты позволяет использовать несколько способов привязки карты к мнемокадру и ее ориентирования. Сочетания

правил привязки и ориентирования карты составляют набор видов представления пространственной информации, в том числе “с земли на самолет”, “с самолета на землю” и “комбинированный”.

Вид “с земли на самолет” характеризуется фиксированной ориентацией стран света на картографическом изображении относительно габаритной рамки мнемокадра, как правило север - вверх. При этом по мере продвижения летательного аппарата над местностью его условный знак перемещается и разворачивается на фоне неподвижной карты. Когда условный знак летательного аппарата приближается к какому-нибудь краю мнемокадра, скачкообразно изменяется смещение начала системы координат мнемокадра относительно проекционной системы координат таким образом, что знак летательного аппарата оказывается в центре мнемокадра или в иной его характерной точке.

Вид “с самолета на землю” характеризуется фиксированным положением условного знака летательного аппарата в некоторой характерной точке мнемокадра, например в его центре, а также его неизменным ориентированием. При этом по мере продвижения и разворотов летательного аппарата над местностью картографическое изображение непрерывно смещается и поворачивается.

“Комбинированный” вид представления пространственной информации характеризуется неизменным положением условного знака летательного аппарата в характерной точке мнемокадра, его поворотами по мере выполнения разворотов самим летательным аппаратом, а также горизонтальными и вертикальными смещениями картографического изображения по мере передвижения летательного аппарата над местностью.

Масштабирование картографических изображений обеспечивает изменение пространственного охвата отображаемой в картографическом мнемокадре территории (при уменьшении масштаба - увеличивается, при увеличении - уменьшается) и детальности представления пространственной информации (при уменьшении масштаба - уменьшается, при увеличении - увеличивается).

Для изображения элементов карты в устройстве используются несколько способов. Большинство элементов объектового состава ландшафта местности, элементов аэронавигационной информации, а также все элементы плана полета и фактические навигационные элементы полета изображаются адаптированными для компьютерной графики (упрощенными) традиционными топографическими и специальными авиационными условными знаками: точечными (внемасштабными), линейными или площадными. Рельеф местности изображается способом теневой пластики или гипсометрическим способом. Некоторые площадные объекты ландшафта и аэронавигационной информации, а также многие производные пространственные объекты, то есть различные зоны, рассчитываемые в полете, изображаются способом полупрозрачных цветных ореолов. Географические названия и пояснительные подписи изображаются всегда горизонтально несколькими шрифтами, отличающимися размерами. Дополнительная текстуальная и графическая информация, например, данные бортового журнала, профили полета и рельефа подстилающей местности и т.п. изображаются в специальных врезках, то есть в отдельных областях мнемокадра.

Синтезируемые предлагаемым устройством картографические мнемокадры обеспечивают высокий уровень читаемости (различимости элементов и деталей карты), наглядности (возможности зрительного восприятия пространственных форм, размеров и размещения объектов карты), достоверности (соответствия карты современному состоянию отображаемой местности) и геометрической точности (степени соответствия местоположения характерных точек на карте их местоположению в действительности) представления пространственной информации.

Хорошая читаемость картографических мнемокадров достигается за счет обеспечения оптимальной нагрузки картографических изображений посредством установления и применения соответствующих ситуации критериев отбора объектов пространственной информации, а также выбора подходящих масштабов картографических изображений. Высокий уровень наглядности картографических мнемокадров достигается за счет выбора адекватных ситуации картографических проекций и их параметров, правил привязки и ориентирования карты, а также способов изображения различных объектов. Достоверность отображаемой картографической информации достигается за счет своевременного обновления в процессе эксплуатации используемой в предлагаемом устройстве цифровой картографической информации. Наконец, приемлемый уровень геометрической точности отображения картографической информации достигается за счет выбора адекватных масштабов исходных картографических материалов и за счет использования в эксплуатации только сертифицированной в установленном порядке цифровой топографической и аэронавигационной информации.

В связи с тем, что информационные потребности членов экипажей на различных этапах, на различных режимах и в различных условиях полета существенно отличаются, устройство реализует принцип ситуационной адаптации синтезируемых картографических мнемокадров за счет

использования расширяемой номенклатуры режимов и подрежимов синтеза картографических изображений. Для каждого режима и подрежима определяется свой адекватный информационным потребностям и напряженности деятельности экипажа набор параметров, определяющих содержание картографических мнемокадров (критерии отбора объектов), вид и параметры картографической проекции, вид и масштаб картографического изображения, а также способы изображения объектов карты.

Режимы синтеза картографической информации сменяют друг друга автоматически при переходе к следующему этапу полета (взлет, маршрутный полет, посадка и т.п.), при изменении режима (высоты, скорости, режима навигации и т.п.) или условий (характера подстилающей местности, времени года и суток и т.п.) полета. При необходимости режим синтеза картографических изображений может быть установлен экипажем принудительно.

Устройство может реализовывать следующие основные режимы синтеза картографических изображений: “руление”, “взлет”, “вылет”, “маршрут”, “работа”, “прибытие” и “посадка”.

Режим “руление” предназначен для использования в процессе самостоятельного передвижения пилотируемого летательного аппарата по аэродрому на старт перед взлетом или на стоянку после посадки. Основными пространственными объектами, представляемыми в этом режиме, являются взлетно-посадочные полосы аэродрома, его рулежные дорожки, стоянки, маршруты руления и т.п. Подходящей картографической проекцией для этого режима является косая азимутальная проекция с центром в контрольной точке аэродрома, обеспечивающая малые искажения карты в локальной области аэродрома. Подходящий вид представления информации - “с земли на самолет”. Выбор основного масштаба изображения должен обеспечивать представление в мнемокадре всего маршрута руления.

Режим “взлет” предназначен для использования на этапе взлета. Основным пространственным объектом, представляемым в этом режиме, является взлетно-посадочная полоса, с которой осуществляется взлет. Кроме того, мнемокадр может содержать графические представления различных расчетных данных, например, фактических и прогнозируемых с учетом динамики разбега рубежей принятия решения и отрыва в виде цветных линий, проведенных поперек взлетно-посадочной полосы. Подходящей картографической проекцией для этого режима является косая азимутальная проекция с центром в середине оси взлетно-посадочной полосы. Подходящий вид представления информации - “с земли на самолет” с вертикальной ориентацией взлетно-посадочной полосы относительно мнемокадра. Выбор основного масштаба изображения должен обеспечивать представление в мнемокадре всей располагаемой дистанции взлета, включая взлетно-посадочную полосу и примыкающий участок местности за торцом полосы вплоть до точки начала схемы вылета.

Режим “посадка” предназначен для использования на этапах захода на посадку, повторного захода на посадку и посадки вплоть до завершения пробега. Основными пространственными объектами, индицируемыми в этом режиме, являются взлетно-посадочная полоса, на которую выполняется посадка, все аэронавигационные элементы реализуемой схемы посадки, а также все препятствия и основные визуальные ориентиры, расположенные в зоне предпосадочного маневрирования. Кроме того, на врезке могут отображаться профиль полета, глиссада и характерные точки траектории захода на посадку. Подходящей картографической проекцией для этого режима является косая азимутальная проекция с центром в середине оси взлетно-посадочной полосы. Подходящие виды представления информации - “с самолета на землю” или “комбинированный”. Основным масштаб изображения по мере снижения может дискретно укрупняться, обеспечивая пространственный охват мнемокадром территории района аэродрома, включающей весь оставшийся участок схемы захода на посадку.

Режимы “вылет” и “прибытие” предназначены для использования на соответствующих этапах полета и могут включать в себя по несколько подрежимов, состав которых определяется составом реализуемых бортовым оборудованием пилотируемых летательных аппаратов схем вылета или прибытия. Основными пространственными объектами, представляемыми в этом режиме, являются аэродром вылета или посадки, отображаемый внемасштабным условным знаком, границы аэродромной зоны, все аэронавигационные элементы реализуемой схемы вылета или прибытия, а также все препятствия и основные визуальные ориентиры, расположенные в аэродромной зоне. Рельеф может изображаться гипсометрическим способом. На врезке могут представляться заданный профиль полета, соответствующий градиентам на схеме вылета или прибытия, фактический профиль полета, а также профиль подстилающей местности, определенный с учетом возможных ошибок навигации, то есть в полосе маршрута. Подходящей картографической проекцией для этого режима является косая азимутальная проекция с центром в контрольной точке аэродрома взлета или посадки. Подходящий вид представления информации - “с самолета на землю” или “комбинированный”. Основным масштаб изображения должен обеспечивать

одновременное отображение всей схемы вылета или прибытия.

Режим “маршрут” предназначен для использования на маршруте. Он может подразделяться на подрежимы “визуальный полет”, “приборный полет”, “маловысотный полет” и т.п. Подрежим “визуальный полет” обеспечивает высокую степень детальность представления элементов ландшафта местности с целью обеспечения наилучших условий для ведения экипажем визуальной ориентировки. Напротив, подрежим “приборный полет” обеспечивает представление лишь основных элементов ландшафта местности, достаточных для ведения общей ориентировки, предоставляя при этом всю необходимую для приборного полета аэронавигационную информацию.

Рельеф в обоих подрежимах изображается способом теневой пластики, обеспечивающим высокую наглядность его отображения. Подрежим “маловысотный полет” предназначен для использования на участках маловысотного полета. Здесь рельеф подстилающей местности изображается гипсометрическим способом, который предполагает заливку участков поверхности градациями красного, желтого или зеленого цветов, в зависимости от текущей высоты летательного аппарата относительно этих участков. Подходящей картографической проекцией для режима “маршрут” является косая цилиндрическая проекция с параметрами, обеспечивающими минимальные искажения карты вблизи линии заданного пути. Подходящий вид представления информации - “с самолета на землю” или “комбинированный”. Основной масштаб картографического изображения должен обеспечивать, как правило, одновременное отображение всего текущего участка маршрута вплоть до очередного поворотного пункта. Однако в подрежиме “визуальный полет” он должен быть тем крупнее, чем меньше высота и скорость полета для того, чтобы обеспечить приемлемые показатели наглядности и читаемости картографических изображений в процессе ведения экипажем детальной визуальной ориентировки.

Режим “работа” может включать ряд подрежимов, состав которых определяется перечнем решаемых конкретными самолетами и вертолетами задач, например “поисково-спасательные работы”, “аэрофотосъемка” и т.п. Состав параметров, характеризующих эти подрежимы, должен определяться на основе анализа информационных потребностей членов экипажей на соответствующих этапах полета.

Блок 1 (фиг.1) управления режимами предназначен для автоматического выбора режимов и подрежимов синтеза картографических изображений в зависимости от осуществляемого этапа, реализуемого режима и сложившихся условий полета, а также для безусловного включения режима, выбранного экипажем.

Блок 2 управления расчетами предназначен для управления навигационными и пространственными расчетами в соответствии с логикой, определенной для текущего режима индикации картографической информации.

Накопитель 3 данных плана полета предназначен для временного хранения информации о реализуемом плане полета, включающем данные по аэродрому взлета, аэродрому посадки, пунктам маршрута, в том числе исходному, конечному, промежуточным, рубежам, в том числе начала и окончания набора высоты, снижения, разгона и торможения и др.

Накопитель 4 фактических параметров полета предназначен для временного хранения фактических (измеренных) параметров полета, описывающих предшествующую траекторию и скоростной режим движения летательного аппарата на заданную по времени глубину.

Блок 5 навигационных расчетов предназначен для выполнения навигационных и штурманских расчетов с целью формирования производных объектов, таких как линия заданного пути, линия фактического пути, текущее местоположение летательного аппарата, доверительная область текущего местоположения, прогнозируемая траектория полета и др.

Блок 6 проекционных преобразований навигационных данных предназначен для перевычисления значений координат, определяющих расположение объектов, сформированных в результате выполнения навигационных расчетов, из геодезической или ортодромической системы координат, в которой в пилотажно-навигационном комплексе осуществляется счисление координат, в систему координат картографической проекции, используемой в текущем режиме индикации картографической информации.

Буферный накопитель 7 результатов навигационных расчетов предназначен для временного хранения результатов навигационных расчетов и реализации логики их передачи потребителям.

Накопители 8 и 9 данных объектового состава и рельефа предназначены для временного хранения отобранных для выполнения пространственных расчетов картографических данных.

Блок 10 пространственных расчетов предназначен для выполнения пространственных расчетов с целью формирования производных объектов, таких как текущая зона визуального обзора местности, текущая зона видимости радиолокационных ориентиров, зона действия радиотехнических средств на текущей высоте, профиль подстилающего рельефа в полосе маршрута и т.п. Блок предназначен



также для определения минимальной безопасной высоты полета на очередном участке маршрута и решения других аналогичных задач. Кроме того, он предназначен для формирования признаков выделения на картографических изображениях доступных для наблюдения и удобных для контроля пути и направления визуальных и радиолокационных ориентиров, а также ориентиров, наилучшим образом подходящих для решения задачи восстановления ориентировки.

Буферный накопитель 11 результатов пространственных расчетов предназначен для временного хранения результатов пространственных расчетов и реализации логики их передачи потребителям.

Блок 12 управления считыванием картографических данных предназначен для управления считыванием картографических данных из энергонезависимого носителя 13 в соответствии с логикой, определенной для текущего режима индикации картографической информации.

Энергонезависимый носитель 13 картографических данных предназначен для долговременного хранения цифровой картографической информации, включающей модели объектового состава местности, специальной авиационной пространственной информации (аэронавигационной и т.п.) и рельефа местности. Форматы хранения картографических данных обеспечивают возможность отдельного считывания блоков информации, относящихся к различным моделям местности и описывающих небольшие фрагменты местности (трапеции, ограниченные меридианами и параллелями, или квадраты, на которые условно разделен район полетов). Применяемая в предлагаемом устройстве система классификации и кодирования картографической информации обеспечивает также возможность отбора картографических данных по критериям принадлежности к определенной категории пространственной информации, принадлежности к определенному элементу пространственной информации, значимости объектов, характера влияния объектов на полет, связи характера влияния объектов на полет с сезонностью, связи характера влияния объектов на полет с условиями естественного освещения и т.п.

Блоки проекционных преобразований 14 и 15 данных объектового состава и рельефа предназначены для перевычисления значений координат, определяющих расположение объектов ландшафта местности и специальной пространственной информации, а также рельефа местности, из геодезической или какой-либо проекционной системы координат, в которой картографические данные представлены в энергонезависимом носителе, в систему координат картографической проекции, используемой в текущем режиме индикации картографической информации.

Буферные накопители 16 и 17 данных объектового состава и рельефа предназначены для временного хранения результатов считывания пространственных данных из энергонезависимого носителя 13 и реализации логики их передачи потребителям.

Блок 18 управления формированием изображений предназначен для управления формированием изображений в соответствии с логикой, определенной для текущего режима индикации картографической информации.

Накопители 19, 20 и 21 векторных данных, текстовых данных и растровых данных предназначены для временного хранения отобранных для отображения картографических данных, а также результатов навигационных и пространственных расчетов.

Блоки 22 и 24 аффинных преобразований векторных данных и растровых данных предназначены для реализации смещения, поворота и масштабирования картографических изображений относительно системы координат картографической проекции, используемой в текущем режиме индикации картографической информации.

Блок 23 размещения надписей предназначен для размещения географических названий объектов и поясняющих подписей на формируемых картографических изображениях.

Блоки 25, 26 и 27 формирования векторных изображений, изображений надписей и растровых изображений предназначены для формирования соответствующих изображений предписанными для реализуемого режима синтеза картографических изображений способами.

Блок 28 совмещения изображений предназначен для совмещения изображений объектового состава, надписей и рельефа.

Бортовой многофункциональный индикатор 29, не входящий в состав устройства, предназначен для отображения синтезируемых картографических мнемокадров.

Бортовая пилотажно-навигационная система 30, также не входящая в состав устройства, служит источником данных плана полета и текущих фактических параметров полета.

Наземная станция подготовки картографических данных 31, также не входящая в состав устройства, предназначена для формирования и записи картографических данных в энергонезависимый носитель в процессе подготовки к полету.

Устройство синтеза картографических изображений функционирует следующим образом.

В энергонезависимый носитель 13 картографических данных заблаговременно с помощью наземной станции 31 подготовки картографических данных заносится вся необходимая

пространственная информация на район полетов. На старте в накопитель 3 данных плана полета из бортовой пилотажно-навигационной системы 30 заносится информация по выбранному экипажем плану полета (маршруту, профилю и скоростному режиму). После этого в накопитель 4 фактических параметров полета начинают регулярно поступать фактические параметры полета.

На протяжении всего полета блок 1 управления режимами автоматически выбирает один из режимов синтеза картографических изображений путем логического анализа результатов идентификации этапа и режима полета, выполняемой в блоке 5 навигационных расчетов, и результатов распознавания некоторых условий полета, выполняемого в блоке 10 пространственных расчетов. При ручном выборе экипажем одного из режимов синтеза картографических изображений соответствующий сигнал в блок 1 управления режимами поступает из бортовой пилотажно-навигационной системы 30 непосредственно. Каждый раз после смены режима или подрежима синтеза картографической информации блок 1 управления режимами посылает команды на смену режима блоку 2 управления расчетами, блоку 12 управления считыванием картографических данных и блоку 18 управления формированием изображений. Кроме того, им передаются некоторые параметры, определяющие способы ситуационной адаптации картографических изображений в новом режиме.

Накопители 8, 9, 19, 20 и 21 картографических данных, будучи ведущими по отношению к буферным накопителям 7, 11, 16 и 17, периодически инициализируют подгрузку необходимой пространственной информации, своевременно обеспечивая замещение данных, относящихся к фрагментам местности, выходящей за пределы пространственного охвата картографического мнемокадра, на данные, относящиеся к фрагментам местности, входящей в пределы его пространственного охвата.

В блок 12 управления считыванием картографических данных передаются вид и параметры используемой картографической проекции, смещения и масштаб картографического изображения, а также критерии отбора отображаемой картографической информации. На основе этой информации он обеспечивает заблаговременное считывание необходимых картографических данных в буферные накопители 16 и 17 данных объектового состава и данных рельефа для фрагментов местности, лежащих на пути следования летательного аппарата и попадающих в будущие мнемокадры, учитывая при этом и другие критерии отбора информации. Он также управляет блоками 14 и 15 проекционных преобразований картографических данных таким образом, чтобы последние выполняли проекционные преобразования, соответствующие реализуемому режиму.

В блок 2 управления пространственными расчетами передаются вид и параметры используемой картографической проекции и критерии отбора отображаемой картографической информации в части элементов плана полета, фактических навигационных элементов полета и расчетных производных пространственных объектов. На основании этой информации он управляет блоком 5 навигационных расчетов и блоком 10 пространственных расчетов, обеспечивая формирование всех необходимых в текущем режиме производных объектов. Кроме того, он управляет блоком 6 проекционных преобразований навигационных данных таким образом, чтобы последний выполнял проекционные преобразования, соответствующие реализуемому режиму. Блок 5 навигационных расчетов в качестве исходных данных использует информацию из накопителей 3 и 4, а блок 10 пространственных расчетов - из накопителей 8 и 9 картографических данных. При этом в накопителе 8, кроме собственно картографических данных, временно хранятся также и необходимые результаты навигационных расчетов.

В блок 18 управления формированием изображений передаются координаты места летательного аппарата, параметры смещения и поворота мнемокадра, масштаб изображения, а также параметры, определяющие способы изображения различных элементов картографического изображения. Он управляет блоками 22 и 24 аффинных преобразований данных объектового состава и данных рельефа таким образом, чтобы последние выполняли аффинные преобразования, соответствующие реализуемому режиму. Он также управляет блоком 23 размещения подписей, обеспечивая отбор и привязку названий географических объектов, пояснительных подписей и других надписей. Кроме того, он управляет блоками 25, 26 и 27 формирования изображений объектового состава, надписей и рельефа, обеспечивая выбор способов изображения объектов, соответствующих реализуемому режиму. Наконец, он управляет блоком 28 совмещения изображений, обеспечивая предписанные правила разделения мнемокадра на зоны (при наличии врезок) и совмещения слоев для получения результирующих изображений каждой зоны мнемокадра.

Устройство может быть реализовано, например, в виде "блока синтеза картографических изображений" (БСКИ) на базе специализированной бортовой цифровой вычислительной машины. При этом блоки 1-11 могут входить в состав модуля вычислительного 32 (фиг.2), блоки 12-17 - в состав съемного модуля памяти 33, а блоки 18-28 - в состав модуля графического 34. Возможны и другие варианты распределения блоков по модулям.

Помимо указанных модулей, в состав БСКИ также должны входить модуль интерфейсный 35, предназначенный для осуществления информационного взаимодействия с сопрягаемыми бортовыми системами, и модуль вторичных источников электропитания (на фиг.2 не показан).

При практическом применении устройства отдельные его блоки могут быть из конструкции исключены без существенного сокращения функциональности.

Могут, например, отсутствовать блоки 14 и 15 проекционных преобразований картографических данных. Так как при этом проекционные преобразования картографических данных в полете выполняться не будут, то в энергонезависимый носитель 13 должны заноситься картографические данные, изначально представленные в системе координат той проекции, которая будет использоваться при отображении информации. Подходящими картографическими проекциями при этом являются, например, традиционно используемая при выпуске бумажных топографических карт поперечно цилиндрическая проекция Гаусса-Крюгера для небольших территорий, равноугольные конические проекции для обширных территорий, цилиндрическая проекция Меркатора для карты мира. В отсутствие блоков 14 и 15 несколько снизится качество синтезируемых картографических изображений в связи с невозможностью минимизации искажений, присущих любой картографической проекции, в заданных локальных областях.

Могут быть исключены также накопители 8 и 9 картографических данных, а также блок 10 пространственных расчетов и буферный накопитель 11 результатов пространственных расчетов. В их отсутствие станет невозможным учет некоторых условий полета при выборе режима отображения картографической информации, а также демонстрация производных объектов, таких как зоны видимости, зоны действия наземных средств обеспечения полетов, профиль рельефа подстилающей местности и т.п.

#### Формула изобретения

1. Устройство синтеза картографических изображений, содержащее последовательно включенные блок навигационных расчетов, блок проекционных преобразований навигационных данных, буферный накопитель результатов навигационных расчетов и накопитель данных объектового состава, блок пространственных расчетов, вход которого соединен с выходами накопителя данных объектового состава и накопителя данных рельефа, а выход - с входом буферного накопителя результатов пространственных расчетов, последовательно включенные блок проекционных преобразований данных объектового состава, буферный накопитель данных объектового состава, дополнительно соединенный выходом с входом накопителя данных объектового состава, накопитель векторных данных, дополнительно соединенный входом с выходами буферного накопителя результатов навигационных расчетов и буферного накопителя результатов пространственных расчетов, блок аффинных преобразований векторных данных и блок формирования векторных изображений, последовательно включенные блок проекционных преобразований данных рельефа, буферный накопитель данных рельефа, дополнительно соединенный выходом с входом накопителя данных рельефа, накопитель растровых данных, блок аффинных преобразований растровых данных и блок формирования растровых изображений, последовательно включенные накопитель текстовых данных, соединенный входом с выходами буферного накопителя данных объектового состава, буферного накопителя результатов навигационных расчетов и буферного накопителя результатов пространственных расчетов, блок размещения надписей и блок формирования надписей, блок совмещения изображений, вход которого соединен с выходами блока формирования векторных изображений, блока формирования растровых изображений и блока формирования надписей, а выход - с входом бортового многофункционального индикатора, накопитель данных плана полета и накопитель фактических параметров полета, входы которых соединены с выходом бортовой пилотажно-навигационной системы, а выходы - с входами блока навигационных расчетов, энергонезависимый носитель картографических данных, вход которого при подготовке устройства к полетам соединен с выходом наземной станции подготовки картографических данных, а выходы - с входами блока проекционных преобразований данных объектового состава и блока проекционных преобразований данных рельефа, блок управления расчетами, выходы которого соединены с управляющими цепями накопителя данных плана полета, накопителя фактических параметров полета, блока навигационных расчетов, блока проекционных преобразований навигационных данных, буферного накопителя результатов навигационных расчетов, накопителя данных объектового состава, накопителя данных рельефа, блока пространственных расчетов и буферного накопителя результатов пространственных расчетов, блок управления считыванием картографических данных, выходы которого соединены с управляющими цепями энергонезависимого носителя картографических данных, блока проекционных преобразований данных объектового состава, блока проекционных преобразований данных рельефа, буферного накопителя данных объектового состава

и буферного накопителя данных рельефа, блок управления формированием изображений, выходы которого соединены с управляющими цепями накопителя векторных данных, блока аффинных преобразований векторных данных, блока формирований векторных изображений, накопителя растровых данных, блока аффинных преобразований растровых данных, блока формирования растровых изображений, накопителя текстовых данных, блока размещения надписей, блока формирования надписей и блока совмещения изображений, блок управления режимами, вход которого соединен с выходами бортовой пилотажно-навигационной системы, буферного накопителя результатов навигационных расчетов и буферного накопителя результатов пространственных расчетов, а выходы - с входами блока управления расчетами, блока управления считыванием картографических данных и блока управления формированием изображений.

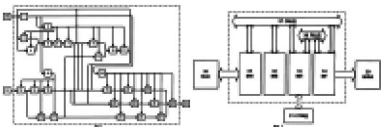
2. Устройство синтеза картографических изображений по п.1, в котором блок управления режимами, блок управления расчетами, накопитель данных плана полета, накопитель фактических параметров полета, блок навигационных расчетов, блок проекционных преобразований навигационных данных, буферный накопитель результатов навигационных расчетов, накопитель данных объектового состава, накопитель данных рельефа, блок пространственных расчетов и буферный накопитель результатов пространственных расчетов составляют модуль вычислительный.

3. Устройство синтеза картографических изображений по п.1, в котором блок управления считыванием картографических данных, энергонезависимый носитель картографических данных, блок проекционных преобразований данных объектового состава, блок проекционных преобразований данных рельефа, буферный накопитель данных объектового состава и буферный накопитель данных рельефа составляют модуль памяти.

4. Устройство синтеза картографических изображений по п.1, в котором блок управления формированием изображений, накопитель векторных данных, накопитель растровых данных, накопитель текстовых данных, блок аффинных преобразований векторных данных, блок аффинных преобразований растровых данных, блок размещения надписей, блок формирования векторных изображений, блок формирования растровых изображений, блок формирования надписей и блок совмещения изображений составляют модуль графический.

5. Устройство синтеза картографических изображений по п.1, в которое введен модуль интерфейсный, обеспечивающий информационное взаимодействие с бортовой пилотажно-навигационной системой.

#### РИСУНКИ



---

**ММ4А - Досрочное прекращение действия патента СССР или патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **14.07.2006**

Извещение опубликовано: **10.06.2007**      **БИ: 16/2007**

---

**НФ4А Восстановление действия патента СССР или патента Российской Федерации на изобретение**

Дата, с которой действие патента восстановлено: **20.02.2008**

Извещение опубликовано: **20.02.2008**      **БИ: 05/2008**

---