

УДК 629.7.054.07

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ НАВИГАЦИОННЫХ СПЕЦИФИКАЦИЙ ПРИ ПОЛЕТАХ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

© Рубцов Е.А., Кудряков С.А.

e-mail: rubtsov.spb.guga@rambler.ru

*Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Для обеспечения ускоренного освоения арктического региона России важную роль играет авиатранспортный комплекс, который часто является единственным средством, обеспечивающим оперативную доступность [1]. Для эффективного использования летательных аппаратов необходимо развитие радиотехнических средств навигации, способных обеспечить требования навигационных спецификаций в условиях крайнего севера, при отсутствии глобальных навигационных спутниковых систем или ухудшения их характеристик.

Согласно рекомендациям ИКАО в ближайшее время на смену применяемой для воздушных трасс навигационной спецификации RNAV 5 должна прийти спецификация RNP 2 [2]. Рекомендуемая инфраструктура навигационных средств включает глобальные навигационные системы, а также системы DME/DME при достаточном количестве наземных маяков. В арктической зоне задача обеспечения требуемой точности самолетовождения, а, следовательно, и безопасности полетов ложится на автономные инерциальные навигационные системы (ИНС), которые требуют периодической коррекции с применением систем ближней навигации VOR/DME и DME/DME [2]. Зоны коррекции системы VOR/DME составляют 150 и 60 км, системы DVOR/DME – 300 и 115 км для навигационных спецификаций RNAV 5 и RNP 2 соответственно [3]. Размер и форма зоны коррекции DME/DME зависят от взаимного положения навигационных маяков [4].

Решение задачи обеспечения требуемой точности и безопасности полетов методом коррекции замещением нецелесообразно, поскольку требует внедрения достаточно большого количества маяков ближней навигации. Например, для обеспечения высокоточной навигации в районе аэродрома Пулково потребуется до семи маяков DME [5].

Выходом из сложившейся ситуации может служить комплексная обработка информации, позволяющая уменьшить погрешность навигационных измерений и увеличить размер зон коррекции, тем самым, сократив потребное количество наземных средств. Для решения навигационных задач могут применяться не только системы VOR/DME и DME/DME, но и обзорные радиолокаторы (ОРЛ). В настоящее время радиолокационная информация может передаваться в автоматическом режиме без участия экипажа и диспетчера УВД в рамках сервиса TIS-B (Traffic Information Service – Broadcast). Точность измерения дальности у радиолокаторов сравнима с точностью DME, а по точности измерения азимута ВС радиолокаторы намного превосходят маяки VOR и DVOR [6, 7].

Задача комплексирования данных о местоположении воздушного судна (ВС) сводится к синтезу необходимых комплексных навигационных систем (КНС). Двухкомпонентная КНС строится с применением оптимального фильтра Калмана, реализованного в бортовой цифровой вычислительной машине, где происходит

комплексная обработка данных, полученных от ИНС и VOR/DME (или ИНС и ОРЛ). В трехкомпонентной КНС производится обработка данных, полученных от ИНС, VOR/DME и ОРЛ [7].

Применение комплексной обработки данных позволяет значительно увеличить размер зон коррекции, как для спецификации RNAV 5 (практически до границ зоны действия), так и для спецификации RNP 2 (см. таблицу) [7].

Таблица. Размеры зоны коррекции для различных случаев

Метод коррекции	Радиус зоны коррекции для спецификаций, км	
	RNAV 5	RNAV 2, RNP 2
Комплексирование ИНС и VOR/DME	300	184
Комплексирование ИНС и ОРЛ	350	216
Комплексирование ИНС, VOR/DME и ОРЛ	350	221

Применение комплексной обработки данных на борту ВС позволит обеспечить точность, сравнимую с точностью системы DME/DME при значительно меньшем количестве потребных радионавигационных средств. Ключевой особенностью разработанного подхода является то, что в КНС могут использоваться в качестве корректора ИНС данные, полученные от ОРЛ. Это актуально для регионов, не имеющих развитой сети маяков ближней навигации, что характерно для арктической зоны России.

Библиографический список

1. Радиотехническое обеспечение полетов военной и гражданской авиации – стратегическая проблема арктической зоны России/ Н.И. Диденко, Б.П. Елисеев, О.И. Саута, А.Ю. Шатраков, А.В. Юшков // Научный вестник МГТУ ГА, серия Транспорт. – 2017. Том 20, №5. – С. 8–19.
2. Performance-based navigation (PBN) manual: ICAO Doc. 9613 AN/937, Fourth Edition, 2013. – 396 p.
3. Аль-Рубой Мудар. Обзор методик расчета рабочей области азимутально-дальномерных радиотехнических систем / Аль-Рубой Мудар, Е.А. Рубцов // Естественные и технические науки. – 2014. – №8(76). – С. 137-144.
4. Соболев, Е.В. Определение формы и размеров рабочей области при навигации по двум маякам DME / Е.В. Соболев, Е.А. Рубцов // Научный вестник МГТУ ГА, серия Радиофизика и радиотехника. – 2013. – №193. – С. 59–63.
5. Рубцов, Е.А. Обеспечение зональной навигации в районе аэродрома Пулково / Е.А. Рубцов // Естественные и технические науки. – 2014. – №8(76). – С. 145-148.
6. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь. Учебное пособие/С.А. Кудряков, В.К. Кульчицкий, Н.В. Поваренкин, В.В. Пономарев, Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев, Б.А. Сушкевич//СПб.: Свое издательство, 2016. -287 с.
7. Рубцов, Е.А. Комплексная обработка данных о местоположении воздушных судов, полученных от радиолокатора и системы ближней навигации / Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев, Аль-Рубой Мудар // Материалы Юбилейной Международной научно-практической конференции «Транспорт России: проблемы и перспективы – 2015». – Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН. – 2015. – С. 91–95.