



УДК 621.396.933

Е. М. Ватрухин

Новые возможности применения коротковолновой радиосвязи при решении боевой авиацией задач воздушно-космической обороны

Рассмотрены вопросы обеспечения новых информационных возможностей боевых летательных аппаратов с применением разработок отечественной промышленности в части радиосредств декаметрового диапазона, реализующих инновационные отечественные и зарубежные стандартизированные алгоритмы вхождения и ведения связи, повышающие надежность и качество обмена данными в радиоканале. Эти алгоритмы обеспечивают автоматическое ускоренное вхождение в связь АLE в контуре земля – борт на оптимальных рабочих частотах, а также адаптивный эффективный обмен данными в этом контуре с выбором наиболее приемлемых для данного качества канала сигнальных и кодовых конструкций блоков данных.

Ключевые слова: истребитель-перехватчик, за пределами прямой радиовидимости, коротковолновая связь, пункт наведения, автоматическое установление связи, адаптивный обмен данными, комплексная защита информации, единая кодовая конструкция, комплекс информационного взаимодействия с авиационными средствами.

Введение

Развитие авиационной составляющей системы воздушно-космической обороны (ВКО) Российской Федерации направлено на расширение боевых возможностей истребительной авиации по уничтожению нестратегических ракетных средств и совершенствование системы боевого управления. При обеспечении надежных целеуказаний и устойчивого управления ряд боевых летательных аппаратов (ЛА) истребительной и фронтовой авиации (МИГ-31БМ, СУ-35С, СУ-30СМ, СУ-34 и др.), а также создаваемые беспилотные ЛА (БЛА) и перспективные авиационные комплексы дальней авиации при наличии надежного канала управления в дальней оперативной зоне могут обеспечивать перехват средств воздушно-космического нападения до их входа в зоны противовоздушной обороны (ПВО), а также ведение разведки, получение целеуказаний и уничтожение наземных (надводных) целей на дальностях 1400–1500 км и более. МИГ-31БМ – единственный боевой самолет, способный эффективно перехватывать низколетящие крылатые ракеты.

Одной из проблем отечественной боевой авиации (в том числе БЛА), сдерживающей использование всех ее потенциальных возможностей в полной мере, является обеспечение устойчивого автоматизированного

управления и контроля летательных аппаратов за пределами прямой радиовидимости. Комплексное внедрение предложенных в данной статье инновационных для России технологий коротковолновой (КВ) авиационной связи в наземные и бортовые комплексы управления и наведения ЛА, полученных на предприятиях Концерна ВКО, может значительно улучшить качество автоматизированного информационного обмена с ЛА за пределами радиогоризонта и обеспечить поражение воздушных целей до их входа в зоны ПВО за пределами рубежей контроля традиционных средств радиотехнических войск ПВО.

Новые технологии коротковолновой связи

Применение новых технологий в КВ связи в последнее десятилетие помогло устранить многие присущие этим системам недостатки, что позволило обеспечить ряд преимуществ над спутниковой связью. Например, после окончания холодной войны и урезания финансирования военно-морского флота США пересмотрели направления развития коммуникационной инфраструктуры, где системам спутниковой связи отводилась доминирующая роль, в пользу КВ связи. Так появился ряд исследовательских программ и стандартов, регламентирующих способы передачи данных по КВ связи со скоростью 9600 бит/с и более в стандартном телефонном радиоканале.

© Ватрухин Е. М., 2017



К преимуществам декаметрового диапазона (ДКМВ) связи можно отнести:

- наилучшее среди всех остальных видов связи отношение эффективности – стоимость;
- потенциальную возможность организации глобальной связи без «третьего» элемента (ретранслятора) в канале и, соответственно, отсутствие требований к развитой инфраструктуре;
- сравнительно недорогое радиоборудование;
- устойчивость к целенаправленному радиоэлектронному противодействию, что делает КВ радиосвязь в военной сфере практически безальтернативной [1, 2].

Отметим возможность использования ДКМВ диапазона для высоких широт, что актуально для России, имеющей огромные полярные территории. Для ЛА армейской авиации, боевое применение которых осуществляется на малых и предельно малых высотах, использование ДКМВ канала может стать основным ввиду низкой эффективности на этих высотах ультракоротковолновой (УКВ) связи.

Существующие дальности автоматизированного наведения истребительной авиации ПВО на цели ограничены зоной 300–500 км в зависимости от возможностей радиостанций командных радиопередающих пунктов (КРУ) и станций передачи команд, обеспечивающих связь с ЛА в пределах прямой видимости.

У большинства КРУ отсутствует канал передачи данных с истребителя-перехватчика (ИП) на наземный пункт наведения (ПН), поэтому информация с ИП на ПН передается голосом. В технических средствах существующих КРУ не реализован режим ретрансляции сообщений, что ограничивает область управления ИП зоной действия наземной УКВ станции. По этой причине при передаче управления истребителем с одного ПН на другой требуется организация информационного взаимодействия ПН как через вышестоящий командный пункт (КП), так и непосредственно друг с другом.

Надо отметить, что в каждой КРУ реализована уникальная структура информационных сообщений, что затрудняет унификацию информационного обмена. Кроме того, все

команды наведения передаются по открытым каналам связи. Наведение в дальних оперативных зонах на радиус действия современных ИП должно производиться в закрытом режиме. Переход на цифровой ДКМВ канал для задач наведения ИП приведет к отказу от устаревших принципов наведения и переходу форматов команд наведения к виду, соответствующему концепции обмена в каналах воздушной связи [2]. Анализ принципов построения и функционирования существующих систем управления и связи воздушно-космических сил (ВКС) показывает, что в настоящее время сохраняются и усугубляются проблемы информационного обмена формализованными и неформализованными сообщениями между объектами автоматизированных систем управления авиацией ВКС и авиационными комплексами, особенно в ДКМВ диапазоне.

Проблема качества связи в авиационных радиосетях этого диапазона приобретает все большую актуальность в связи с ограничением ресурса пропускной способности сетей спутниковой связи и повышением телекоммуникационных потребностей абонентов, удаленных друг от друга на значительные расстояния. При этом стоимость ДКМВ радиоканалов на порядок ниже, а живучесть в условиях конфликтных ситуаций выше по сравнению со спутниковыми каналами связи. ДКМВ радиоканал – единственное средство связи в труднодоступных и не имеющих инфраструктуры регионах [3].

Однако ДКМВ радиосвязь существенно зависит от состояния ионосферы, которая крайне нестабильна. В связи с этим оператор должен иметь высокую квалификацию и необходимый опыт для поддержания работоспособности канала. Практика ведения ДКМВ связи с ЛА показывает, что периоды стабильности работы могут составлять в северных широтах от 2–3 до 20–30 мин, а в средних широтах – от 30 мин до 2 ч. В Арктике связь в ДКМВ диапазоне осложнена особенностями авроральной ионизации и структуры магнитного поля в этой области. Наличие и быстрое перемещение разнообразных неоднородных структур в ионосфере арктической зоны является типичным состоянием этой среды. Для



обеспечения работы КВ радиолиний в данных условиях необходимо непрерывное оперативное поступление ионосферного прогноза [4].

Организуемые в настоящее время в авиации ВКС ДКМВ радиосети базируются на ограниченном частотном ресурсе, традиционных видах модуляции сигналов, устаревших данных радиопрогнозов и, как следствие, обеспечивают скорость информационного обмена не более 1200 бит/с надежностью 0,7 [3].

Важнейшим фактором для достижения максимального качества ДКМВ связи является автоматизация процедур составления и поддержания работоспособности канала на основе постоянной оценки его качества, автоматического выбора рабочих частот и сигнально-кодовых конструкций информационных блоков.

Необходимого уровня качества каналов можно достичь при выполнении требований зарубежных стандартов информационного обмена в ДКМВ диапазоне, например MIL STD188-141 (США), STANAG 4539, 5066 (НАТО), регламентирующих процедуры автоматического составления канала, применение различных сигнально-кодовых конструкций и их адаптацию в ходе обмена данными под качество канала, а также сетевые проблемы многопользовательского использования ДКМВ каналов. В России аналогичных стандартов для создания ДКМВ радиосетей нет.

Ориентация на существующие стандарты, постоянный автоматический мониторинг ионосферы для оперативного определения оптимальной рабочей частоты позволяют достичь надежности в канале 0,90–0,95 и более со скоростями передачи данных от 75 бит/с до 9,6 Кбит/с [1–3, 5–10].

В АО «Концерн ВКО «Алмаз – Антей» (исполнитель АО «НТЦ Промтехавио» в кооперации с разработчиками бортовых и наземных ДКМВ радиосредств) в опытно-конструкторской работе «Арго» [1] (заказчик Минпромторг России) в 2016 г. завершена разработка технологии адаптивного автоматического обмена данными с ЛА в КВ диапазоне повышенного качества и надежности. Полученные на трассовых испытаниях земля – земля характеристики радиоканалов, организованных с использо-

ванием бортовых и наземных ДКМВ радиосредств, позволяют говорить о возможности повышения качества обмена данными в контуре земля – борт до требований, предъявляемых к каналу наведения, управления и контроля полетов ЛА за пределами прямой радиовидимости [3, 11].

Все сказанное выше в интересах дальнего наведения и управления доказывает целесообразность последующего проведения летных проверок и внедрения на ЛА и пункте наведения более совершенных технологий и технических средств, в том числе введения в состав бортовых и наземных комплексов современных средств адаптивной ДКМВ радиосвязи с реализацией режима *ALE*, комплексной защиты информации от помех, имитации и ознакомления на базе единой кодовой конструкции [2], антенн с фазированными решетками для повышения помехозащищенности информации в контуре земля – борт [2], средств оперативного прогноза рабочих частот [2, 4].

Применение современных технологий организации и ведения обмена информацией в ДКМВ канале связи позволит реализовать:

- двусторонний помехозащищенный и закрытый обмен данными в ДКМВ канале при наведении, управлении и контроле полетов военных ЛА на дальностях до 3000 км;
- унификацию кодограмм обмена данными наведения в канале воздушной связи с ЛА разных родов авиации и, как следствие, обеспечение их информационной совместимости;
- передачу данных попутной тактической воздушной разведки с бортов ЛА фронтовой и истребительной и разведывательной авиации на наземные КП (пункты управления, ПУ) при их нахождении за пределами радиогоризонта;
- передачу команд наведения на наземные цели без использования воздушных ретрансляторов на борт ЛА фронтовой и армейской авиации;
- автоматизированное наведение ИП (групп ИП) на воздушные цели с наземных КП (ПН) с использованием существующих команд наведения КРУ, передаваемых по каналам ДКМВ радиолиний наведения/управления;



- обмен информацией экипажей ЛА, терпящих бедствие, с ПУ, центрами единой системы организации воздушного движения и средствами поисково-спасательного обеспечения за пределами радиогоризонта;

- дистанционное управление пилотируемыми ЛА за пределами радиовидимости [1, 2].

Заключение

Для внедрения новых технологий необходимо разрабатывать способы и методы боевого применения авиации за пределами прямой радиовидимости в условиях естественных и искусственных помех, нестационарности управляющей информации, поступающей на борт, макетирования контура управления/наведения с проведением летных проверок. Важным элементом контура является интегрированный комплекс информационного взаимодействия с авиационными средствами, включающий входящие радиосредства, аппаратуру оперативного определения рабочих частот для ЛА на маршруте, средства управления и сопряжения, аппаратуру передачи данных, а также алгоритмы и управляющие программы для коллективного использования общего коротковолнового частотного ресурса.

Действия российской авиации, обеспечивающей национальные интересы в Арктике и за пределами России, обуславливают необходимость ускорения работ по организации автоматизированного управления боевой авиацией за радиогоризонтом.

Новая технология адаптивной ДКМВ связи может стать основой контура земля – борт при создании пакетных авиационных радиосетей обмена данными и позволит вести обмен полетными, метео- и разведывательными данными с ЛА, передавать команды управления или наведения на борт в дальней оперативной зоне [2].

Список литературы

1. Технический проект ОКР «Арго» ПАВУ.466535.010 ПЗ. Ч. 1–3. Конструкторская и эксплуатационная документация литеры «О» на адаптивный радиотехнический комплекс (АРТК) ПАВУ.466535.010, состоящий из наземного (АРТК-Н) и бортового

(АРТК-Б) сегментов. АО «НТЦ Промтех-аэро», 2014. 720 с.

2. Инженерная записка по организации информационного взаимодействия загоризонтной РЛС и изделия 01БМ (МИГ-31БМ) // АО «НТЦ Промтехаэро», ОАО «НПК «НИИ-ДАР», ОКБ им. А. И. Микояна, ООО «НПП «Прима», 2017. 44 с.

3. Научно-технический отчет «Результаты трассовых испытаний экспериментальных образцов адаптивных авиационных ДКМВ радиостанций на трассе Ногинск-Н. Новгород, адаптированных к требованиям ОКР «Арго». ЦНИИ ВВС, 2016. 93 с. Приложение А к отчету.

4. Данилкин Н. П., Жбанков Г. А., Журавлев С. В., Котонаева Н. Г., Лапшин В. Б., Романов И. В. Мониторинг ионосферы в Арктике на основе спутниковых ионозондов. Гелиогеофизические исследования. 2016. № 14. С. 31–45.

5. Протокол автоматического установления связи (Automatic Link Establishment – ALE) MIL STD188.141-A. США, сентябрь, 1988 (с изм. 1992 и 1993 гг.).

6. Interoperability and Performance Standards for Medium and HF Radio Systems MIL STD188.141-B. USA, March, 1999.

7. Military Standard Interoperability and Performance Standards for Data Modems MIL STD188.110A, B. USA, 1991.

8. Technical Standards for Non-Hopping HF Communications Waveforms STANAG 4539. NATO, 1992.

9. Characteristics of a Robust, Non-Hopping, Serial Tone Modulator/Demodulator for Severely Degraded HF Radio Links STANAG 4415. NATO. June, 1999.

10. Profile for Maritime HF Radio Data Communication STANAG 5066. NATO, 2010.

11. Протокол трассовых испытаний ДКМВ радиолинии СПб.-Н. Новгород с использованием наземных и авиационных ДКМВ радиосредств, адаптированных к требованиям ОКР «Арго». Декабрь, 2015. 15 с.

Поступила 21.01.17



Ватрухин Евгений Михайлович – кандидат технических наук, директор департамента специальных систем и комплексов АО «Научно-технический центр промышленных технологий и аэронавигационных систем», г. Москва. Область научных интересов: информационно-управляющие, телекоммуникационные, навигационные системы, защищенные системы, передача данных, радиосвязь.

New opportunities of using short-wave radio communication when the aerospace defense tasks are solved by combat aviation

The paper focuses on the problems of providing new data capabilities of combat aircraft using the achievements of the domestic industry in the field of decimeter waves of radio facilities that implement innovative domestic and foreign standardized algorithms for entering and maintaining communication, improving the reliability and quality of data exchange in the radio channel. These algorithms provide automatic accelerated entry into the *ALE* connection in the ground-board circuit at optimal operating frequencies, as well as an adaptive effective data exchange in this circuit with the selection of the signal and code structures of the data blocks that are most acceptable for this channel quality.

Keywords: fighter-interceptor, beyond direct radio visibility, short-wave communication, directing point, automatic connection establishment, adaptive data exchange, complex information protection, unified code construction, a complex of information interaction with aviation assets.

Vatrukhin Evgeniy Mikhaylovich – Candidate of Engineering Sciences, Head of the Department of Special Systems and Complexes, Joint Stock Company “Nauchno-tehnicheskii tsentr promyshlennyh tehnologii i aeronavigatsionnyh sistem”, Moscow.

Science research interests: information-control, telecommunication, navigation systems, protected systems, data transmission, radio communication.