**КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ И ЭТАПЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОБЪЕДИНЕННОЙ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТАКТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ JTIDS.**

**(аналитический обзор)**

**УДК** 621.396

**Содержание:**

1. Предпосылки возникновения концепции сетей тактической радиосвязи.

2. Основные этапы совершенствования системы.

3. Общие сведения о системе JTIDS, ее функциональные возможности.

4. Особенности организации МДВР. Структура сигналов, используемых в системе.

5. Типы сообщений, циркулирующих в системе. Режимы предоставления СВИ.

6. Возможности JTIDS как системы с применением принципов комбинированного расширения спектра системных сигналов.

7. Синхронизация системы.

7.1Временная синхронизация сети.

7.2Синхронизация сигналов по задержке (синхронизация, обусловленная применением широкополосных сигналов и ППРЧ).

8.Навигационное обеспечение системы.

9. Организация сетей на базе радиостанций системы JTIDS и применения принципов кодового разделения и ППРЧ.

10. Радиостанции JTIDS. Возможности по их сопряжению и интеграции в другие военные системы распределения информации.

11.Перспективы совершенствования объединенной системы распределения тактической информации JTIDS.

Литература.

**1. Предпосылки возникновения концепции сетей тактической радиосвязи**

Основные концепции строительства ВС ведущих стран, развития их военной науки предусматривают в первую очередь обеспечение гарантированного информационного превосходства над противником. В связи с этим войска оснащаются системами автоматизации управления и информационными системами, которые требуют постоянного роста пропускной способности систем связи, а, следовательно, увеличения скорости передачи данных радиостанциями. Довольно ограниченные возможности радиостанций в режиме передачи данных не отвечают потребностям ВС в ОТЗУ. Однако в настоящий момент в системах управления современных армий важное место занимают радиосети, использующие новые принципы организации связи, основной задачей которых является обеспечение функционирования АСУ войсками и оружием. Это многофункциональные автоматизированные цифровые системы распределения данных и привязки к местности на основе пакетной радиосвязи. На них возлагаются следующие задачи: сбор, распределение и передача информации разного типа по сети в формате времени близком к реальному; дистанционное управление тактическими объектами, выполняющими определенные операции; целеказание системам ВТО и доведение результатов целеуказания до командиров всех рангов; передача формализованных сообщений о тактической обстановке и речевых сообщений в интересах всех видов вооруженных сил; определение географических координат своих подразделений и обеспечение этими данными потребителей с возможностью реализации режимов автоматического засекречивания и ретрансляции данных, включая, если это необходимо, космический сегмент, в случае если между ними отсутствует прямая связь. Добавим, что особое внимание в современных сетях радиосвязи уделяется повышению защищенности от организованных преднамеренных помех; скрытности передачи любых видов информации, ее засекречиванию; гибкому доступу абонентов различных приоритетов к необходимым и доступным только для данной категории пользователей данным; обеспечение ЭМС со всеми другими существующими и разрабатываемыми РЭС. [5]

Примерами таких перспективных систем связи, функционирующих в соответствии с новыми принципами организации сетей тактической радиосвязи, являются американская **JTIDS**, которая обслуживает все виды ВС США, аналогичные по сфере применения системы **MIDS** и **BOWMAN**, развертываемые в странах НАТО, а также формируемые в ОТЗУ СВ США сети, построенные в соответствии с концепцией «Тактический Интернет»(**Tactical Internet**).

В настоящее время система распределения тактической информации JTIDS рассматривается военно-политическим руководством США в качестве основной системы тактической радиосвязи, вопросам совершенствования которой уделяется пристальное внимание. Целью всех мероприятий, проводимых по совершенствованию системы, является воспрепятствование возможному противнику США захвата превосходства в информационной сфере.

Информация о системе JTIDS достаточно редко встречается в публикациях специализированных изданий периодической печати, в том числе и на страницах всемирной сети Internet (в большей степени на ее иноязычных ресурсах) [4,15,16]. Приведенные в этих источниках сведения о системе носят, зачастую, отрывочный, а иногда, и вовсе противоречивый характер, и не отличаются полнотой и глубиной анализа всех особенностей построения и функционирования исследуемой системы. Это в ряде случаев, способствует формированию ошибочных представлений об истинных технических возможностях и боевом предназначении JTIDS в системе боевого управления войсками и оружием.

Целью данного обзора является подробный объективный анализ текущего состояния, систематизация и обобщение современных технических возможностей JTIDS с учетом существующих и перспективных планов командования ВС США по ее совершенствованию. В последующих статьях цикла планируется детальное поэтапное рассмотрение концепции технического совершенствования системы JTIDS, как обеспечивающей подсистемы единой системы управления войсками и оружием, и сопутствующего этому комплексу организационных мероприятий, проводимых специалистами в области связи по сопряжению рассматриваемой системы с другими перспективными военными цифровыми многофункциональными системами связи стран-участниц альянса НАТО, а также освещение проблемных вопросов теории РЭБ в контексте объединенной JTIDS .

**2. Основные этапы совершенствования системы**

Объединенная система распределения тактической информации JTIDS (Joint Tactical InformationDistribution System) разрабатывалась в соответствии с крупномасштабной программой в интересах всех видов вооруженных сил США и НАТО по заказу Министерства Обороны США.

Концепция системы складывалась в течение десятилетия интеграции независимых программ создания перспективных средств связи, управления и навигации.

Исторически первой на этом пути была программа создания помехозащищенной навигационной системы TACAN/DME. Исследования по этой программе в начале 60-х годов в значительной мере определили в дальнейшем выбор частотного диапазона и параметров базового импульса для системы JTIDS.

Однако уже к середине 60-х годов выяснилось, что на базе сигналов TACAN/DME не удается создать совмещенную систему связи, управления и навигации. В конце 60-х годов ВВС и ВМС инициировали ряд НИОКР по программам, получившим названия:

**ITNS** — интегрированная тактическая навигационная система;

**ITACS** — интегрированная система управления тактической авиацией ВМС;

**SEEK BUS** — программа создания помехозащищенной системы связи для ВВС.

Программа **ITNS** предопределила концепцию навигационного обеспечения системы JTIDS. По программе **ITACS** разработаны основные методы сигналообразования, принятые в системе JTIDS. Программа **SEEK BUS** была направлена на создание помехозащищенных средств связи в интересах системы AWACS

Учитывая, что разработки по независимым программам привели к близким техническим решениям, руководство НИУ МО (DDR&E) рекомендовало всем видам вооруженных сил учредить единую программу создания помехозащищенной системы передачи информации с возможностями относительной навигации. В 1974 г. произошла интеграция программ ITNS, ITACS и SEEK BUS в единую программу **JTIDS**[1].

В рамках такой кооперации удалось достаточно быстро выработать единый подход к формированию принципов построения всех компонентов единой системы связи JTIDS.

Разработка системы JTIDS велась в два этапа. На первом для ВВС и Армии США разрабатывался вариант системы **JTIDS 1** с временным уплотнением несущих частот и связью с большим количеством абонентов. Основное назначение такой системы — обеспечение обмена информацией с целью организации планирования и управления совместными боевыми действиями сухопутных войск и авиации. Для системы JTIDS 1 разрабатывались терминалы двух классов.

Многогранные возможности JTIDS 1, основанной на базовых принципах, наряду с явными преимуществами по сравнению с военными тактическими радиосистемами более раннего периода, выявили целый ряд ограничений системы, что обусловило тенденцию к ее постепенному совершенствованию. На втором этапе развития JTIDS 1 было намечено два пути:

первый - для ВМС и корпуса морской пехоты США был создан вариант системы **JTIDS 2** в целях увеличения пропускной способности и гибкости системы, предполагающий принципиально новый режим МДВР- **DTDMA** (distributed TDMA) – т.н. распределенный МДВР (с перемежением сообщений) с временной развязкой и коллективным доступом к информации. В системе JTIDS 2 в отличие от системы JTIDS 1 отсутствует жесткая структура временных интервалов между импульсами. Импульсы сигнала от каждого абонента распределяются псевдослучайно во времени и чередуются c импульсами от других абонентов так, что одновременно может передаваться и приниматься большое количество сообщений. Сохранив преемственность к базовой структуре сигнала, рабочему диапазону частот, принципам кодирования, быстрой ППРЧ от импульса к импульсу в системе JTIDS 1, JTIDS 2 воплотила в себе новые принципы каналообразования, синхронизации и управления системой, организации радиосетей на базе объединенной системы. Для системы JTIDS 2 разрабатывались терминалы трех классов. Стоит отметить, что функциональные возможности терминалов однотипных классов обеих систем, и соответствующее этому их назначение и решаемые задачи, строго говоря, имеют достаточные различия, что необходимо учитывать при анализе возможностей JTIDS в целом.

второй – в интересах расширения возможностей по эффективному обмену речевой информацией был предложен режим **ATDMA** (advanced TDMA) – т.н. расширенный МДВР, который позволил с высокой эффективностью использовать возможности цифровой радиосистемы под нужды речевых служб. Данная концепция впоследствии получила название **EJS** (enhanced JTIDS). EJS является двухдиапазонной системой связи. При этом существующий диапазон частот отводится для учений и обеспечения взаимодействия с уже разработанными радиостанциями JTIDS. Другой диапазон предназначен для обеспечения линий связи с высокой степенью помехозащищенности посредством сигналов, формат и кодирование которых представляют вариант стандартных сигналов JTIDS. Наряду с передачей речи в цифровой форме со скоростью 16 и 2,4 кбит/с с применением вокодерных технологий, также предусматривается передача данных в системе EJS. Засекречивание информации осуществляется посредством модуля помехозащищенного кодирования KGV-8. Такой модуль обеспечивает засекречивание речи, а также формирование ПСП для расширения спектра и управления скачкообразным изменением частоты. [2,3]

В 80-е годы руководство Армии и Морской пехоты, убедившись в ограниченных возможностях разрабатываемой под их эгидой системы определения местоположения **PLRS**, провела ряд программ по созданию усовершенствованного варианта системы - **EPLRS**, и приняло решение совместно с другими видами войск о разработке новой интегрированной системы **PJH** (PLRS - JTIDS Hybrid). При этом обозначились направления совершенствования составляющих единой системы радиосвязи PJH: радиостанции системы JTIDS обеспечивают высокоскоростную передачу данных в звене бригада-дивизия, а радиостанции системы EPLRS — низкоскоростную передачу данных в частях и подразделениях бригады. При обеспечении взаимодействия с другими видами ВС предпочтение отдается радиостанциям JTIDS. Также в состав интегрированной PJH включены т.н. сетевые центры управления, предназначенные для централизованного управления сетями радиостанций систем JTIDS и EPLRS. Представляет интерес топология системы PJH, которая функционирует на основе ряда ЭВМ-сетей с коммутацией пакетов, алгоритм функционирования которых осуществляется в соответствии с усовершенствованным протоколом **Х.25**, ориентированным специально под военные цели, в отличие от своего коммерческого аналога, не сопоставимого с протоколом **Link-16** JTIDS. Военный вариант Х.25 имеет программно-аппаратные средства, преобразующие сообщения формата Х.25 сети EPLRS в сообщения формата Link-16 сети JTIDS системы PJH. В рамках обеспечения всеобъемлющего информационного превосходства над противником, повышения оперативности и эффективности взаимодействия и управления различными родами и видами войск, предусматривается применение в системе PJH ретрансляции оперативной информации с задействованием спутниковых линий связи, доступ к которым осуществляется сопряженными с сетями PJH специальными мобильными станциями спутниковой связи, функции управления которыми принадлежат сетевым центрам управления. [1,4].

3. **Общие сведения о системе JTIDS, ее функциональные возможности**

Многогранность задач использования системы, послужило предпосылкой для создания качественно новой системы связи, способной в интересах реализации принципа разделенной обработки данных для обмена и распределения тактической информации в оперативно-тактическом звене управления (ОТЗУ) всех видов вооруженных сил. Наряду с обеспечением помехозащищенного непрерывного обмена засекреченной информацией между различными потребителями в звене управления JTIDS предназначена для решения таких задач, как навигация и опознавание подвижных объектов, управление и наведение систем высокоточного оружия (ВТО) любого варианта базирования – наземного, морского, воздушного и космического; управление беспилотными летательными аппаратами, автоматической ретрансляции оперативных данных между информационными системами различного назначения, в случаях, когда расстояние между ними превышает дальность прямой геометрической видимости, что в конечном итоге позволяет осуществить обмен данными на расстояниях до 900 км [1,4,10] а, учитывая возможность использования космического связного сегмента ретрансляции данных, позволяет вести обмен в глобальных масштабах.

Пропускная способность этой системы достаточна для обслуживания широко рассредоточенных тактических элементов управления и контроля самолетов, БЛА, надводных кораблей, подводных лодок и других объектов, которые будут являться как источниками, так и потребителями информации.

С технической точки зрения JTIDS является совершенной радиотехнической системой реализующей передовые технологии передачи тактической информации различного типа и предназначения, высокопроизводительные программно-аппаратные методы ее обработки и адресации, оперативные способы контроля и управления сложными пространственно разнесенными объектами.

Функционирование JTIDS основано на комбинированном методе расширения спектра сигналов (РС): за счет ППРЧ (FH-Frequency Hopping) несущей базового импульса и фазовой манипуляции минимальным сдвигом 32-х элементным псевдослучайным кодом (метод прямой последовательности DS-Direct Sequence). Применение в системе комбинированного метода РС является следствием того, что базовые методы PC не всегда могут применяться в чистом виде. В общем случае комбинированные сигналы используются тогда, когда имеют место противоречивые требования к тем или иным характеристикам РЭС, удовлетворить которым невозможно за счет какого-либо одного вида модуляции, что в конечном итоге и нашло практическое применение при реализации системы JTIDS.[3,6]

Режим работы с расширением спектра (РС) сигналов и применением принципов корректирующего кодирования снижает вероятность обнаружения и перехвата передаваемой информации в сложной радиоэлектронной обстановке (РЭО), а также снижает возможности РЭП системы в целом.[1,4]

**4. Особенности организации МДВР. Структура сигналов, используемых в системе**

В режиме МДВР каждому абоненту (пользователю) выделяется периодически стандартный временной интервал СВИ (также именуемый кадром) для приема или передачи информации, циркулирующей в той или иной сети, входящей в систему связи JTIDS, причем, необходимый ресурс связи распределяется путем предоставления каждому абоненту всего спектра канала в течение отведенного ему СВИ. Таким образом, время в сети разбито на интервалы, кадры. Промежутки времени, разделяющие используемые кадры, называются защитными интервалами (ЗИ).

Активные абоненты (т.е. абоненты, передающие информацию) сети должны иметь по крайней мере одно временное окно в каждой эпохе; пассивные (абоненты, работающие только на прием) — могут работать на прием без отведенных для них специальных временных окон.

Общая структура кадров периодически повторяется, так что передача данных в режиме МДВР – это один или более временных интервалов, которые периодически повторяются на протяжении всего сверхцикла (эпохи). Каждая передающая станция транслирует информацию в виде пакетов таким образом, чтобы они поступали в систему в соответствии с расписанием СВИ, устанавливаемым управляющей станцией сети. Принимающая станция детектирует и разуплотняет уплотненные данные соответствующего именно ей пакета, что предполагает избирательность доступа к информации и использование средств фильтрации (например, по представляющему интерес географическому району, по типу используемой для решения возникающих задач информации). [2].

Интервал времени выхода на связь всех абонентов в системе получил название сверхцикла(иначе суперцикл или эпоха) и имеет длительность 12,8 мин., после чего временные окна, входящие в эпоху перенумеровываются. Учитывая также тот факт, что временная шкала в сети задается ее управляющей станцией, которая передает управляющие сообщения в подчиненную сеть один раз в течение 64 циклов, поэтому суперциклом можно также назвать промежуток времени между двумя последовательными излучениями управляющей станции. Структура суперцикла приведена на рис.1[1]. Суперцикл состоит из 64 циклов по 12 с каждый, а цикл, в свою очередь, состоит из 1536 СВИ или кадров. Таким образом, суперцикл содержит 98 304 кадров. Длительность - кадра 7,8125 мс. Поэтому, если нет необходимости обновлять информацию об объекте чаще одного раза в каждые 12,8 мин, то пропускная способность сети может составить 98 тыс. участников (иными словами, это соответствует тому, что в сети каждому участнику информационного обмена (разумеется, только активному) выделяется только 1 СВИ).

Использование МДВР в JTIDS позволяет выходить на связь до 1500—2000 абонентов в сети одновременно, в соответствие со структурой цикла. [1]

Следует отметить, что число выделяемых СВИ для каждого конкретного абонента не является строго фиксированной величиной, и может варьировать в зависимости от оперативной необходимости.

В типовом варианте построения системы СВИ состоит из начального интервала, называемого джиттером, передаваемого информационного пакета и защитного интервала. Положение информационного пакета длительностью 3354 мкс внутри СВИ определяется величиной джиттера. Для повышения защиты системы от преднамеренных помех в одном из режимов работы значение длительности джиттера изменяется от кадра к кадру по псевдослучайному закону [1].

Передаваемый информационный пакет состоит из 129 слов, как правило, из трех основных составляющих частей:

1. **составляющая синхронизации и уточнения времени** (первые 16 слов предназначены для синхронизации, следующие четыре слова с 17 по 20 - для уточнения времени или точной синхронизации);

2.**заголовок** (состоит из 16 слов (21—36)), который содержит информацию о коде идентификации и адресе абонента, типе сообщения, приоритете, адресе канала, тип реализуемой станцией функции (МДВР, TACAN, Мк12), тип передаваемой информации, тип использования станции по предназначению (передача, прием, не используется), а также, для работы в каждой из пяти одновременно доступных сетей, процессор станции присваивает заголовку каждого СВИ номер сети в которой на данный момент работает абонентская станция. Эти данные включаются в состав заголовка пакета в каждом СВИ, что позволяет на приемном конце правильно интерпретировать сообщение

1. **информационный блок**, содержащий, как правило, информацию о типе объекта и выполняемой им задаче, данные о местоположении, скорости, курсе, количестве топлива и боекомплекте, и в формализованном виде включает в свой состав последние 93 слова (37—129). Могут также передаваться радиолокационные данные слежения за воздушной обстановкой, целеуказания, результаты выполнения задачи [1].

Структура информационного пакета напрямую зависит от типа передаваемой информации, задачи, выполняемой потребителем и типом самого потребителя (самолет (истребитель, ДРЛО, разведчик), корабль, КР, БЛА и т.п.), что главным образом и определяет все многообразие типов сообщений, используемых для передачи данных в системе JTIDS и режимов их предоставления.

Длительность каждого слова СВИ составляет 26 мкс. Слово передается импульсом длительностью 6,4 мкс, промодулированным по фазе 32-элементной псевдослучайной последовательностью (ПСП) и паузой длительностью 19,6 мкс – времяимпульсная модуляция (ВИМ), суть которой состоит в том, что одному символу ПСП (нулю или единице) соответствует передача частотной посылки длительностью 200 нс, излучаемой в дискретные моменты времени и определяемые законом ПСП (ВИМ), а другому – пассивная пауза Частота заполнения такого импульса изменяется методом ППРЧ в полосе 250 МГц. Базовый импульс системы является переносчиком одного символа информации, передаваемой пользователем [3](22, 3, 20). За счет применения указанных мер достигается значительное рассредоточение сигналов в частотно-временной области и перемежение фрагментов сообщений от разных станций (что вплотную используется во втором поколении системы JTIDS – JTIDS 2).

Для повышения достоверности передачи данных предусмотрен режим передачи информационного слова двумя идентичными импульсами, разделенными паузой 6,6 мкс.

В системе применяется двухэтапное каскадное корректирующее кодирование информации с использованием т.н. внутреннего и внешнего корректирующих кодов. В качестве внутреннего корректирующего кода используется ПСП (М-ичный код, где М=32), величина циклического сдвига которой несет 5 бит информации, т.е. обеспечивается передача пяти двоичных символов информации на один базовый импульс. Для дальнейшего повышения помехоустойчивости и достоверности передаваемой информации используется дополнительно специальная комбинация символов образующая внешний код. В качестве внешнего корректирующего кода используется (31,15)-код Рида—Соломона. Кодом Рида—Соломона кодируются символы 32-элементного алфавита, т. е. пятиэлементные блоки исходной двоичной информации. Кодовое слово кода Рида—Соломона состоит из 31 такого символа, т.е. представляют собой перекодированную по определенному закону последовательность символов 32-ичного внутреннего кода, включая 15 информационных и 16 проверочных символов. При этом в соответствии с выбранным заранее методом кодирования, к информационному слову, состоящему из 15 информационных символов (информационную нагрузку несут лишь 14 символов, а последний символ используется для проверки их на четность), добавляется набор из 16 проверочных символов. В этом случае всегда правильно исправляется любая комбинация числа ошибок С и числа стираний Е, удовлетворяющая соотношению 2С+Е≤16 [1,2].

Информационный пакет, передаваемый в каждом кадре, состоит из трех кодовых слов 32-позиционного (31,15)-кода Рида— Соломона [1]. Это означает, что в пределах кадра передается З\*15\*5=225 бит исходной информации. При этом скорость передачи информации в пределах СВИ длительностью 7812,5 мкс достигает 28,8 кбит/с.

В одном из режимов передачи информации допускается перестановка или перемежение (interleaving) символов в пределах информационного пакета с целью разрушения линейно-статистического характера повторения слов кода Рида—Соломона [1].

Однако существуют режимы работы терминалов, в которых защита циркулирующей информации от НСД в сети осуществляется модулем криптозащиты KGV-8 A/B.

Несущая частота каждого импульса изменяется скачком по псевдослучайному закону, закрепленному за определенной сетью. Частота заполнения такого импульса изменяется методом ППРЧ в полосе частот 250 МГц.

В диапазоне JTIDS 960...1215 МГц создается «сетка» частот с шагом 3 МГц: 969, 972, .... 1206МГц. Ширина спектра сигнала равна 3 МГц, что достигается использованием манипуляции фазы базового импульса минимальным сдвигом.

Частота 969 МГц служит для передачи управляющей информации в режиме фиксированной настройки частоты.

Поддиапазоны 1008...1053 и 1065...1113 МГц используются в системе опознавания «свой-чужой» **Мк12** и системе УВД **TACAN**. Отметим, что в режимах работы системы JTIDS TACAN и Мк12 применяются импульсы, длительность которых отличается от длительности импульсов системы. Сетка частот JTIDS выбрана таким образом, чтобы не перекрывать частоты систем TACAN и Мк12. [4]

**5. Типы сообщений, циркулирующих в системе. Режимы предоставления СВИ**

В JTIDS предусмотрена передача сообщений двух основных типов: с упорядоченным форматом (формализованный вид), в которых положение каждого бита имеет определенное значение, вследствие чего большое количество информации может быть сжато в короткое сообщение с использованием определенных методов устранения избыточности (методы кодирования источника информации) в передаваемых данных; и с неупорядоченным форматом (неформализованный вид) — преимущественно используется для любых данных, не соответствующих стандартным форматам сообщений системы JTIDS, к которым относятся передача речевых сообщений в цифровом виде, факсимильных или телеграфных сигналов, сообщений, закодированных кодом ASC II, телекодовой информации, а также сжатых видеоданных.

Чтобы избежать перегрузки системы передачи, по каналам связи передается только та информация, которая была запрошена пользователем, каждый из которых имеет возможность получить любые необходимые данные, для чего в системе предусмотрено наличие единых технических средств приема/передачи и обработки данных, а информация, циркулирующая в сети, имеет стандартный (формализованный или неформализованный вид), представленный на рис.2.

Наряду с таким вариантом МДВР (стандартный или базовый вариант информационного пакета) применяется усовершенствованный вариант МДВР, при котором возможно изменение структуры сигнала [1]. При усовершенствованном варианте повышается пропускная способность и гибкость системы. Введено несколько типов временных интервалов (кадров) и несколько режимов их предоставления абонентам в соответствии с их назначением и выполняемыми задачами, что и объясняет главным образом достаточную гибкость системы: теперь, в системе, определенному потребителю выделяется СВИ такого типа, который оптимально соответствует выполняемым в данный момент функциям и приоритетности решаемой им задачи, а также рангу абонента, установленного в сети. На рис.2 показаны четыре вида СВИ и указаны объемы первичной информации в сообщениях.

Использование СВИ типа, указанного на рис.2.а,б существенно не различаются, разница состоит только в «пакетности» слов, входящих в состав СВИ, и поэтому СВИ такого типа могут, по-видимости, предоставляться абонентам, не предъявляющим специальных требований к форме СВИ, по умолчанию. Скорость передачи данных в однопакетном и двухпакетном режимах соответственно 28,8 и 57,6 кбит/с.

При использовании временного интервала по типу, показанному на рис. 2, *в,* отсутствует джиттер. Это позволяет разместить на СВИ четыре информационных пакета и передавать в одном кадре 900 и 1800 бит соответственно в одно- и двухпакетном режиме передачи исходной информации. Такой тип СВИ может использоваться преимущественно для передачи больших массивов информации, тип и предназначение которой не имеют значения (например, информация, циркулирующая между наземными, воздушными и морскими пунктами управления, группировками войск, участвующих в операциях и т.п.), хотя несколько снижается помехозащищенность системы в связи с отсутствием джиттера. Скорость передачи соответствует 115,2 (230,4) кбит/с в однопакетном (двухпакетном) режимах слов.

Временные интервалы по типу, изображенному на рис.2,г, применяются для передачи сигналов измерения времени задержки при относительной навигации пользователей, т.к. в отличие от базового режима работы, такой тип СВИ обеспечивает большую точность измерения координат местоположения.

Абоненты сети могут иметь по необходимости один или несколько СВИ в каждом цикле, что позволяет гибко регулировать скорость передачи информации от каждого из них. Для реализации чего в JTIDS введена система приоритетов R0,R1,R2,...R14,R15, определяющая возможности абонентов по использованию пропускной способности системы. Абонентам с наивысшим приоритетом R15отводится каждый третий кадр суперцикла, а с самым низшим приоритетом R0— всего один кадр. Как правило, приоритетность станции устанавливается до инициализации сети радиосвязи системы JTIDS. Как видим, дифференциация приоритетов корреспондентов радиосистемы имеет достаточное значение, для гибкого использования пропускной способности всей системы в целом с максимальной эффективным расходованием ресурса системы связи.

2040,5 мкс

4836 мкс

Информационный блок (93одиночных слова)

7812,5 мкс

(4453,5-Tj)мкс

2418 мкс

Tj -Var

Джиттер

S

H

D1

Защитный интервал

P

936 мкс

7812,5 мкс

(4453,5-Tj)мкс

2418 мкс

Tj -Var

Джиттер

S

H

D1 D1

Защитный интервал

936 мкс

Синхронизация

Уточнение времени

Заголовок

S

H

D1

D1

D1

D1

P

S

H

P

Информационный блок (93двойных слова)

**Рис. 2**. Типы СВИ, используемые в JTIDS.

Система приоритетов, установленных в системе, представлена в таблице:

Таблица 1. Система приоритетов JTIDS.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Приоритет | Скорость передачи, бит/с | Число кадров в суперцикле | Скважность повторения СВИ |
| R15max | 9600 | 32768 | 3 |
| R14 | 4800 | 16384 | 6 |
| R13 | 2400 | 8192 | 12 |
| R12 | 1200 | 4096 | 24 |
| R11 | 600 | 2048 | 48 |
| R10 | 300 | 1024 | 96 |
| R9 | 150 | 512 | 192 |
| R8 | 75 | 256 | 384 |
| R7 | 37.5 | 128 | 768 |
| R6 | 18.75 | 64 | 1536 |
| R5 | 9.375 | 32 | 3072 |
| R4 | 4.6875 | 16 | 6144 |
| R3 | 2.3438 | 8 | 12288 |
| R2 | 1.17 | 4 | 24576 |
| R1 | 0.58 | 2 | 49152 |
| R0min | 0.29 | 1 | 98304 |

В пределах объединенной системы распределения информации предусмотрены следующие режимы предоставления временных интервалов, удовлетворяющие принципам динамического распределения оперативных данных:

1. *Режим статического закрепления временных интервалов*. В этом режиме каждый кадр закрепляется за определенным абонентом на время его работы в сети в соответствии с его приоритетом. Это стандартный вариант закрепления СВИ за пользователем имеет наименьшую гибкость, но наиболее прост в технической реализации.

2. *Режим с резервированием.* Позволяет группе абонентов использовать определенную совокупность кадров по договоренности, что дает возможность организовать в какой-то радиосети объединенной системы в ведомственные подсети станций, выполняющих однородные задачи, доступ в которые «посторонним» участникам радиообмена будет закрыт без соответствующего разрешения управляющей станции сети.

3. *Режим с предоставлением на конкурентной основе (предоставление по требованию).* Совокупность временных интервалов закреплена за группой абонентов, которые каждый абонент использует по мере надобности, выбирая их из совокупности случайным образом. Вполне возможно, что некоторый интервал будет одновременно занят несколькими абонентами, радиостанции которых работают на передачу. Тогда на приемном конце будут приниматься сигналы более мощной радиостанции – принцип «конкурентной основы».

4. *Режим предоставления с переиспользованием.* При этом временные интервалы, используемые сетью в одном географическом районе, могут также использоваться другой сетью в другом географическом районе. Что в настоящее время нашло применение в современных системах сотовой связи.

Перечисленные режимы предоставления СВИ позволяют производить циркулярное оповещение корреспондентов в пределах каждой из сетей единой радиосистемы JTIDS, или даже системы в целом.

В реально работающей системе применяются одновременно все или несколько рассмотренных режимов предоставления различных типов СВИ в соответствии с оперативной обстановкой. Что положительно сказывается на пропускной способности системы, ее гибкости, а также помехо- и разведзащищенности.

**6**. **Возможности JTIDS как системы с применением принципов комбинированного расширения спектра системных сигналов**

Анализ современных тенденций в области построения военных систем связи свидетельствует о том, что СРС постепенно вытесняют простые сигналы, причем это происходит, в первую очередь, в наиболее важных по своему назначению системах связи.

Специалистами военной связи вообще выделяется достаточное количество способов РС, но ввиду ряда причин, в JTIDS используется комбинированное (DS/FH) РС методами прямой последовательности (**DS-direct sequencing**) и псевдослучайной перестройкой частоты ППРЧ (**FH- frequensy hopping**), как следствие поэтапного эволюционирования теории систем с РС.

JTIDS, как система комбинированного РС, спроектирована в интересах минимизации мощности излучения передатчиков, повышения надежности передачи данных за счет увеличения избыточности ШШС.

МО США выделяет для нужд всей системы радиосвязи JTIDS очень широкую полосу частот в 255 МГц, полагая, что этой полосой будут пользоваться одновременно множество сетей, организованных по принципам построения системы JTIDS, и как следствие, ресурс связи системы в целом, будет использоваться с максимальной эффективностью. Предоставление каждой сети системы такого диапазона, позволяет организовать высокие скорости передачи данных в сочетании с высокой надежностью, устойчивостью и достоверностью связи.

В приемо-передающей аппаратуре JTIDS всегда осуществляется последовательно два модуляционных процесса, первый из которых - информационная модуляция, осуществляемая в системе циклическим сдвигом 32-элементной ПСП относительно условного и известного на передающем и приемном концах линии связи нулевого сдвига [1]. В этом случае каждому циклическому сдвигу ПСП сопоставляется по определенному правилу пятиэлементный блок исходной двоичной информации. Для однозначности в системе используются только левые циклические сдвиги. Таким образом, каждый базовый импульс длительностью 6,4 мкс переносит 5 бит информации. При этом все циклические сдвиги составляют, по существу, 32-элементный алфавит передаваемого сообщения. Второй обязательной составляющей модуляционного процесса РС является собственно сама модуляция расширения спектра базового импульса.

На приемной стороне в связи с использованием коррелирующих устройств возрастает помехоустойчивость по отношению к узкополосным помехам большой мощности, что связано с поражением такой помехой только небольшой части ШШС системы, для обычных же СС наличие таковой помехи в полосе рабочих частот неминуемо привело бы к срыву связи, что в условиях функционирования системы управления войсками неприемлемо. ШШС JTIDS, лишенный помехой части своего спектра, реконструируется на приемной стороне без существенных потерь информации, этот факт объясняется тем, что мешающее воздействие помехи в приемнике системы проявляется не более, чем слабым повышением уровня шумового фона (т.к. узкополосная помеха «дробится» на беспорядочную последовательность коротких импульсов), но никак не срывом связи и потерей управления как следствие.

Так как JTIDS относится к СС с комбинированным РС, то это предполагает наличие в приемной аппаратуре радиостанций наличие двух корреляторов: DS- и FH-корреляторы. DS-коррелятор позволяет обнаруживать и идентифицировать сигналы с необходимым PN-кодом, а сигналы, статистически отличные от ожидаемого ШШС, дадут низкий шумовой фон, снимаемый с коррелятора DS. Вследствие усреднения, выполняемым коррелятором сигналы на его выходе будут появляться с запаздыванием, равным длине ПСП. Коррелятор FH подсистемы приема радиостанции функционирует иначе. В FH-режиме частота несущей передатчика «скачет» по выделенным частотным каналам в последовательности, устанавливаемой генератором ПСП передатчика. Приемник же использует ту же опорную ПСП для следования за перемещающейся с канала на канал несущей. Таким образом, информация будет восстановлена.[6]

В результате дополнительной модуляции, о которой уже упоминалось, в JTIDS формируется скрытый помехоустойчивый канал связи, прием информации в котором возможен только в том случае, если известен метод и алгоритм РС передающей стороны.

JTIDS обладает превосходной ЭМС со всеми существующими узкополосными системами радиосвязи. Последним не мешают ШШС системы с малой спектральной плотностью в своей полосе пропускания, а в свою очередь, узкополосные сигналы в приемниках JTIDS, преобразуются в ШШС и эффективно подавляются цепями фильтрации, поскольку не согласованы с ПСП приемника.

Кроме высокой помехоустойчивости, сложная кодовая структура ШШС JTIDS обладает высокой степенью защищенности от несанкционированного доступа к передаваемой в сети информации, а также ее высокой имитостойкости, обусловленной выбором при проектировании концепции системы структурой ПСП РС и наличием методов помехоустойчивого кодирования, что в конечном счете обеспечивает любой требуемый уровень конфиденциальности потока передаваемых данных, что, в принципе, может исключить необходимость использования дополнительных модулей шифрования данных.

Необходимо отметить, что в JTIDS применяется быстрая ППРЧ (БППРЧ), при которой каждый бит информации передается по нескольким каналам и приемник примет несколько "копий" бита. Это дает возможность исключить или максимально снизить эффект потери при любом скачке на приемной стороне, что наблюдается в системах с медленной ППРЧ (МППРЧ). [4,10]

Однако при БППРЧ приемник должен поддерживать когерентность частоты и фазы в канале данных во время быстрых сдвигов частоты, необходимых для быстрой ППРЧ. Это требование влечет за собой увеличение сложности и стоимости аппаратуры, а также затрудняет достижение высоких темпов передачи.

Система радиосвязи JTIDS, как СС с РС, построена с использованием метода хранения опорного сигнала (**SR-stored reference**). В этом случае опорный сигнал независимо генерируется приемником и передатчиком ведущих радиообмен корреспондентов, в отличие от уже устаревших СС с РС с передачей опорного сигнала (**TR- transmited reference**). Основным преимуществом JTIDS, относящейся, к SR-системам является то, что при правильном выборе кода ПСП сигнал не может быть определен путем прослушивания (в отличие от TR-систем). [6]

При проектировании JTIDS, в особенности при разработке принципов сигналообразования системы, были учтены необходимые требования, предъявляемые к ПСП.

**7. Синхронизация системы**

Ввиду того, что JTIDS является цифровой широкополосной системой, то процесс синхронизации составляющих ее компонентов обязателен.

Временная синхронизация сигналов (синхронизация по тактам, по циклам, по сверхциклам) необходима для обеспечения правильного приема и передачи информации в режиме МДВР, возможности оперативной смены сетей, а также для определения времени приема сигналов в процессе решения задач навигационного обеспечения. Одновременно осуществляется и синхронизация сигналов с расширением спектра ШШС и ППРЧ по задержке. Как видим, синхронизация в системе представляет собой 3 взаимосвязанных обязательных процесса, отвечающих за реализацию соответствующих функций и возможностей системы в целом, и нарушение любого из которых, неминуемо приведет к ухудшению тех или иных характеристик системы.

**7.1 Временная синхронизация сети**

Временная синхронизация всегда производится перед началом работы, при переходе абонента в другую сеть, а также по мере необходимости в процессе работы. В системе JTIDS предусмотрены как активный, так и пассивный режимы синхронизации [1]. При активной синхронизации опорная радиостанция посылает в ответ на запрос радиостанции, входящей в синхронизм, посылку, содержащую точное время запроса. При пассивной - опорная радиостанция периодически излучает посылки, содержащие информацию о сетевом времени и своих координатах. Активныйрежим отличается большей помехозащищенностью, в то время как пассивныйпозволяет более экономно использовать пропускную способность системы.

Синхронизация в системе происходит в два этапа. На **первом этапе** осуществляются первоначальное вхождение в сеть и грубая синхронизация, которая обеспечивает радиосвязь в сети. Для этого достаточно, чтобы после получения специального сообщения, излучаемого управляющей станцией и дающего разрешение на вхождение в сеть станции, ее информационный пакет (3,354 мс) попал в пределы отведенного ему стандартного временного интервала (7,8125 мс). Частота следования таких разрешающих сообщений меняется в зависимости от обстановки. Передача управляющего сообщения осуществляется на фиксированной частоте, так как она предшествует синхронизации скачкообразного изменения частоты сигнала по задержке. [1] Вместе с тем частота каждого последующего управляющего сообщения может изменяться либо периодически, либо по псевдослучайному закону так, что период его повторения на каждой из частот становится значительно большим длительности цикла в 12 с, но цикл в 12 с представляет собой минимальный интервал между последовательными излучениями сетевого опорного сообщения, задающего временную шкалу в пределах сети. Псевдослучайная перестройка частоты передачи управляющего сообщения в пределах суперцикла в сочетании с изменением правила перестройки от суперцикла к суперциклу затрудняет постановку организованных помех каналу синхронизации. Отметим также, что, в отличие от информационных сообщений, в управляющих сообщениях отсутствует джиттер в начале отводимых им СВИ.[1,6]

После этого осуществляется измерение дальности определением времени распространения измерительного сигнала от абонентской до опорной станций и обратно. Радиостанция, входящая в синхронизм, посылает запрос-сообщение на измерение дальности и принимает ответ от станции, находящейся в синхронизме. Процедура может быть осуществлена в пределах одного СВИ, отведенного в сети для измерения дальности. По результатам такой процедуры определяется погрешность оценивания начала СВИ путем определения полуразности между временем приема запроса на синхронизированной радиостанции, измеренном относительно начала одного из СВИ, и временем приема ответа на синхронизирующейся радиостанции, измеренном относительно временного положения середины СВИ. Информация о результатах измерения на синхронизированной радиостанции передается совместно с ответным сообщением в процессе измерения дальности на управляющую станцию.

Последовательная коррекция временной шкалы с использованием результатов измерения дальности составляет содержание **второго этапа синхронизации** - этапа точной синхронизации. Точная синхронизация производится в активном режиме и одновременно обеспечивает определение местоположения абонентских радиостанций относительно опорной радиостанции, координаты которой в сети стали априорно известны в процессе первого этапа синхронизации. Точная синхронизация достигается последовательной коррекцией временной шкалы с использованием приведенной выше структуры. Точная синхронизация совпадает с синхронизацией сигналов с расширением спектра по задержке и основана на использовании преамбулы информационного пакета.

Абонентские радиостанции после осуществления первоначального вхождения в связь, грубой и точной синхронизации с использованием опорного времени, передаваемого в Р-сообщении, устанавливают временную шкалу с точностью, уступающей точности опорного времени не более чем на порядок.

Временная синхронизация основана на использовании гринвичской системы единого времени. Нулевой сверхцикл начинается в 0.00 час по Гринвичу.[1]

В системе для осуществления временной синхронизации установлена определенная иерархия радиостанций (как и в навигационной подсистеме). Точнее, навигационная подсистема включает в свой состав и станции, обеспечивающие заданные временные параметры синхронизации. Так, одна из радиостанций (обычно управляющая) является носителем опорной временной шкалы, которая используется в качестве стандартной в сети. Для того чтобы установить сетевую шкалу времени, одна из радиостанций в сети должна синхронизироваться от опорной станции в системе. Станция опорного времени излучает сообщения на разрешение вступления в сеть в отведенных для них СВИ и автоматически выдает управляющие сообщения, содержащие также и информацию о высокоточном времени.

**7.2Синхронизация сигналов по задержке (синхронизация, обусловленная применением широкополосных сигналов и ППРЧ)**

В радиостанциях первоначальная синхронизация генераторов ПСП производится во временной шкале, устанавливаемой по часам оператора, но также предусмотрены встроенные источники единого времени, шкала которых синхронизируется со шкалой UTC (гринвичское время) по сигналам ИСЗ **NAVSTAR**. Вследствие конечной стабильности тактовой частоты происходит периодическая рассинхронизация генераторов ПСП. Поэтому периодически производится принудительная перезагрузка и перезапуск генераторов ПСП по синхросигналам управляющей станции.

Синхросигнал, как правило, включает синхрослово и ПСП. В составе синхрослова наряду с текущей кодовой комбинацией для загрузки генераторов ПСП передается маркер типа сообщения для автоматического распознавания синхросигнала. Синхросигналы излучаются на подмножестве частот, отведенных данной сети, и внешне не отличаются от текущей информации, что затрудняет их обнаружение и классификацию. Конкретные частоты для передачи синхросигналов определяются базовым ключом. Несмотря на то, что синхрослово формируется с периодом, зависящим от стабильности тактовой частоты, излучение синхрослов осуществляется через псевдослучайные интервалы времени. Это обусловлено несовпадением по времени моментов формирования синхрослова и моментов настройки радиостанции на частоты передачи синхросигналов.

Синхронизация генераторов ПСП является необходимым, но еще недостаточным условием организации связи в режиме ППРЧ. В общем случае для установления сети в режиме ППРЧ в пределах конкретной сети исходными данными служат следующие характеристики:

- **адресная группа частот** (hop set) — подмножество рабочих частот, используемых для СИЧ;

- **код идентификации сети** (net ID), задающий частоту, с которой начинается ППРЧ;

- «**время дня**» (TOD — Time-of-Day) — время начала ППРЧ;

- «**слово дня**» (WOD — Word-of-Day), или - правило соответствия адресной группы частот и кодовых комбинаций, формируемых генератором ПСП. [4]

Эти данные получили название ключевых переменных (key variables) и полностью определяют сеть.

**Адресная группа** частот для ППРЧ формируется из всего допустимого множества частот. В системе JTIDS использован режим ППРЧ в пределах всего частотного диапазона отведенного в интересах ее пользователей. Ортогональные группы адресных частот в JTIDS формируются путем разбиения всего множества рабочих частот на непересекающиеся подмножества. При назначении различным сетям ортогональных адресных групп частот исключается явление взаимного блокирования частотных каналов при высокой интенсивности радиообмена.

Адресные группы частот ассоциированы с **кодом идентификации сети**. Поэтому задание последнего в составе ключевых переменных автоматически обеспечивает выбор адресной группы частот. Код идентификации сети также определяет частоту передачи синхросигналов.

В радиостанциях JTIDS предусмотрено автоматическое отключение пораженных помехами частотных каналов.

На практике установка начала сетевой шкалы времени в единой шкале реализуется введением в каждую радиостанцию сети вручную (программатором) или по синхросигналу управляющей станции, задающему время запуска специальной кодовой информации, получившей название «**время дня**» (TOD — Time of day). Информация о TOD состоит из стартовой кодовой комбинации генератора кадровой ПСП и соответствующего гринвичского времени. [1,4]

За каждой сетью закрепляется на сутки или несколько суток определенное правило формирования псевдослучайных чисел — код дня, именуемый «**слово дня**»(WOD—Word of day). Информация о WOD вводится в радиостанцию до инициализации сети.[1,4]

**8.Навигационное обеспечение системы**

ШШС JTIDS становятся незаменимыми для определения местоположения, путем определения относительного расстояния. В основе чего лежит принцип измерения расстояния с помощью измерения задержки распространения импульсного сигнала. Точность измерения расстояния в системе напрямую зависит от ширины полосы сигнала. На практике в JTIDS применяется кодированная по специальному алгоритму последовательность навигационного ШШС JTIDS. Принятая последовательность навигационного ШПС сопоставляется с его локальной копией, и результаты такого сопоставления позволяют произвести достаточно точное измерение расстояния, а это в свою очередь, позволяет определить относительное местоположение.

Отметим, что в системе принят метод относительной навигации**,** позволяющий при определенных условиях обходиться без высокоточной геодезической привязки в процессе вычислений на абонентских станциях. Это достигается за счет использования географической сетки.

В подсистеме навигационного обеспечения системы JTIDS принят целый ряд концепций, основной из которых является концепция «**республиканского типа**», основанная на использовании управляющей навигационной станции и специальной географической «сетки», в которой каждый из абонентов производит свои собственные навигационные расчеты.[1]

Наряду с концепцией «республиканского» типа в системе могут быть реализованы и другие концепции:

типа **Оракул** — в этом случае все пользователи определяют свое местоположение и получают необходимую навигационную информацию по данным внешнего источника (например радионавигационных систем **NAVSTAR**, **Gallileo** и т. п.). Поэтому по мере развертывания СРНС NAVSTAR ее навигационные средства были поступательно интегрированы в подсистему навигационного обеспечения системы JTIDS;

концепция **«авторитарного» типа** — в этом случае навигационная управляющая станция системы по данным собственных измерений или по принятым данным от других станций определяет местоположение всех станций в системе и эту информацию передает пользователям по радиолинии. Несмотря на желательность принятия такой концепции для командования, которое в этом случае будет иметь возможность оперативно и централизованно контролировать тактическую ситуацию, оперативно принимать решения в соответствии с изменяющейся обстановкой, концепция уязвима с точки зрения живучести системы в целом. Вместе с тем «авторитарный» вариант навигационного обеспечения, видимо, будет реализован при наведении беспилотных ЛА, систем высокоточного базирования с дистанционным управлением и наведением на цель;

концепция **«демократического» типа** — это вариант «республиканской» организации навигационного обеспечения без управляющих и опорных станций (вывод из строя которых приводит к прогрессирующему снижению точности навигационного обеспечения и к последующей дезорганизации системы). Такая концепция является наиболее предпочтительной с точки зрения живучести системы, и задача ее практической реализации получила к настоящему времени реализацию.[1]

В общем случае в навигационной сетке радиостанций принята определенная иерархия, в которой за некоторыми радиостанциями закрепляются на определенное время те или иные функции. На вершине этой иерархии находится управляющая навигационная станция, обеспечивающая формирование и ориентацию сетки на местности. Другим важным элементом является станция управления временной шкалой, обеспечивающая информацию для синхронизации абонентских шкал времени. Управляющие навигационные станции могут быть как стационарными, так и мобильными. Сеть мобильных управляющих навигационных станций является более предпочтительной ввиду обеспечения большей мобильности и устойчивости всей системы радиосвязи, хотя и обеспечивает меньшую стабильность сетки, чем сеть стационарных станций. На практике применяется смешанная сеть управляющих навигационных станций.

В сетке также предусматриваются и такие элементы, как опорные геодезические точки, обеспечивающие формирование высокоточной геодезической информации и распространение ее в системе ассоциированными радиостанциями. В качестве опорных геодезических используются станции, геодезические координаты которых известны с точностью не хуже 1,5 м. Управляющие и опорные станции, а также сравнительно небольшая группа базовых станций (основные пользователи) осуществляют временную синхронизацию в активном режиме, что является их отличительным признаком. Эти станции предоставляют высокоточную навигационную информацию остальным пользователям в системе с пассивным режимом временной синхронизации и тем самым позволяют определить живучесть системы в боевых условиях.

Для осуществления относительной навигации в геодезической сетке радиосети необходимы источники географической информации. Географическая информация, применяемая в системе JTIDS, делится на три вида:

геодезические постоянные— используются, когда текущие широта и долгота объекта навигации известны по информации, получаемой от некоторого бортового источника, например, при приеме информации от СРНС NAVSTAR;

относительные геодезические координаты— используются, когда известны географические координаты произвольной точки в сетке,

результаты измерения времени приема сигналов *—* используются, когда известны достаточно точные координаты приемопередатчика, работающего в режиме МДВР.

Принцип построения подсистемы навигационного обеспечения системы JTIDS определяет, что все ее пользователи независимо от своего статуса определяют свое местоположение в сетке, геодезические координаты и относительный азимут.

Архитектура системы навигационного обеспечения системы JTIDS основана на применении специального протокола обмена навигационной информацией, предписывающего определенным станциям специфические функции.

Каждое Р-сообщение содержит специальные блоки, отведенные для передачи информации о точности передаваемого времени, геодезических координатах, относительного местоположения в сетке и относительного азимута. Эти блоки необходимы пользователям для селекции Р-сообщений с более точной (по сравнению с собственной оценкой) информацией. Информация о местоположении радиостанции передается в Р-сообщении с использованием двух систем координат. Первая система координат представляет собой обычную геодезическую систему координат. Соответствующая информация передается в основном теле Р-сообщения. Наряду с основной системой координат используется относительная система координат на плоскости. Информация о координатах в относительной системе координат передается градациями в 1/512-1800 м.[1]

Для привязки своего местоположения к сетке пользователь должен получить информацию об ее начале координат. Эта информация в косвенной форме присутствует в Р-сообщениях.

Инициализацию процесса относительной навигации осуществляет одна из управляющих навигационных станций, на которой координаты некоторого объекта на местности выбираются в качестве начала координат сетки. Управляющая станция затем вычисляет свое местоположение относительно выбранного начала координат сетки и передает в отведенных ей СВИ информацию о своем местоположении в сетке, а также свои географические координаты. Любой пользователь принимает эту информацию непосредственно от управляющей станции и/или от станций, уже работающих в данной сетке, и определяет дальность до соответствующей станции. Затем пользователь вычисляет местоположение начала координат сетки по полученной информации о географических координатах и местоположении в сетке станций, уже работающих в сетке, и определяет свое местоположение в сетке. По координатам управляющей станции и по своим собственным координатам в сетке пользователь может рассчитать прогнозируемое расстояние между ними, а затем сравнить его с результатами измерения дальности в режиме активной синхронизации. Такая процедура позволяет определить погрешность своего местоопределения в сетке. Последовательное ее осуществление позволяет пользователю «войти в синхронизм» с географической сеткой.[1]

**9. Организация сетей на базе радиостанций системы JTIDS и применения принципов кодового разделения и ППРЧ**

В системе JTIDS коренным образом изменена структура организации радиосетей. Обмен информацией в системе организован с помощью общего для всех пользователей информационного банка. Для этого реализован многостанционный доступ пользователей к информационному банку на основе информации, циркулирующей в сети, организованной по принципу МДВР, причем приемнику информации предоставляется возможность выбора информации к которой он имеет доступ в соответствии с занимаемым приоритетом (рангом), установленным для каждого абонента данной сети, что позволяет своевременно уточнять и корректировать сведения об обстановке, повышая, таким образом, надежность и достоверность полученных данных. [4]

Для обеспечения многосетевой работы предусмотрено запоминание в каждой радиостанции временных сдвигов внешних сетевых шкал относительно собственной сетевой шкалы времени, а также ключевых переменных, характерных для данной сети. При переходе радиостанции из одной сети в другую оператор вводит соответствующий временной сдвиг в память процессора, который рассчитывает текущие фазы ПСП на момент прихода очередного управляющего сообщения. Переход из сети в сеть возможен только в начале каждого цикла после приема и правильной интерпретации управляющего сообщения от опорной радиостанции соответствующей сети. Временная ортогонализация передач при многосетевой работе обеспечивается как хорошими корреляционными свойствами сигналов, так и за счет того, что выход на передачу каждой, радиостанции допускается только в «своей» сети. При переходе в другие сети радиостанции работают только на прием.

Различают основную и вспомогательные сети. В основной сети обмен информацией ведут лишь абоненты, выполняющие боевые задачи. Остальные абоненты объединяются в сети по месту в системе боевого управления, по географическому и другим признакам.

Физически для реализации сетевой работы предусмотрено формирование сетевых шкал времени, привязанных к единой (гринвичской) шкале времени. Сетевая шкала времени имеет периодический дискретный характер с шагом 1/128 с (7,8125 мс) и, по существу, задает нумерацию СВИ в единой шкале времени в пределах сверхцикла [1](19). Материальным носителем единого времени является рубидиевый стандарт времени, а материальным носителем сетевого времени — комбинированная ПСП, имеющая кадровую, цикловую и сверхцикловую компоненты, соответствующих типам временной синхронизации. В качестве кадровой компоненты используется 128-элементная ПСП с длительностью элемента 1/128 с. Цикловая компонента предположительно формируется счетчиком секундных меток, принудительно обнуляемым каждые 12 с. В качестве сверхцикловой компоненты можно использовать 64-элементную ПСП с длительностью элемента 12 с. Нумерация СВИ в сверхцикле задается текущим состоянием генераторов ПСП и счетчика. Начало СВИ привязывается к моменту установки соответствующей фазы комбинированной ПСП.

Применение различных ПСП дает возможность большому числу абонентов сети работать в одной полосе частот, установленной по определенному правилу в пределах этой сети. Такой способ разделения информационных потоков положен в основу кодового разделения сетей, организованных на основе объединенной системы распределения информации JTIDS. Спектр каждого абонентского сигнала сформирован с помощью индивидуального кода (индивидуальной вырабатываемой ПСП), что и обеспечивает одновременный доступ к одному частотному каналу (3 МГц) сети большого числа пользователей, равного количеству различных индивидуальных ПСП установленных в сети. Все абоненты, закрепленные за каналом сети по определенному принципу (принципы предоставления каналов указывались выше), могут одновременно вести обмен в общей полосе частот, поскольку каждый применяет свой уникальный абонентский код (ПСП). Характерно, что та же полоса частот может использоваться повторно в других сетях объединенной системы. Переход пользователя в другую (гостевую) радиосеть основывается на изменении в определенном порядке одной из ключевых переменных. Такая возможность оперативной смены гостевой сети обеспечивается наличием во всех радиостанциях стандарта JTIDS заранее подготовленных «признаков» каждой из доступного набора сетей системы. Кодовое разделение сетей оказалось первой технологией позволяющей осуществить «мягкий» переход абонента из сети в сеть. Это объясняется тем, что кадр (СВИ), выделяемый в интересах абонента сети, содержит данные только лишь одного этого пользователя, а центральная (управляющая) станция сети может выбрать этот абонентский СВИ по требованию последнего и переадресовать его по мере перехода абонента в гостевую сеть. Технология гибридного РС, используемого в сетях, основанных на базе JTIDS, в принципе не требует какого-либо частотного планирования.

Установление нескольких сетей основано на изменении любой из ключевых переменных, ее какой-либо характеристики. Причем, это является важной задачей автоматизации процесса ввода ключевой информации и расписания использования частот, который применяется в системах поколения JTIDS. Расписание частот и ключи генерируются на дивизионном уровне при помощи устройства администрирования ключевой информации и назначения частот (УАКИН)[4,5]и передаются во все сети соединений. Сгенерированные этим устройством данные вводятся в программаторы, которые передаются в полки. Здесь устройства копирования расписания назначения частот и ключей копируют данные полученного из дивизии программатора в свои программаторы, предназначенные для программирования самих приемопередатчиков станций. Ввод ключей и расписания использования частот в радиостанцию осуществляется путем кратковременного включения оператором обслуживающим станцию программатора в специальное гнездо на передней панели или по радиоканалу. В результате имеется возможность осуществить скрытное, помехозащищенное и безошибочное программирование всех радиостанций, работающих в пределах данной сети. Это достигается переводом всех радиостанций в режим приема ключевых переменных от управляющей станции сети. Таким образом, ключевые переменные необходимые для корректной работы радиостанций в тактической сети, могут быть переданы любой запросившей их станции, функционирующей в пределах данной ключевой сети или же станции, пытающейся санкционировано получить доступ для обмена информацией в данной «гостевой» для нее радиосети.

Для управления скачкообразным изменением частоты базовых радиоимпульсов (6,4 мкс) предусмотрен генератор псевдослучайных чисел, задающий номер одной из 51 частот, закрепленных за системой JTIDS в диапазоне 960...1215 МГц. Запуск генератора осуществляется в начале СВИ с поправкой на джиттер. В качестве начальной загрузки используется кодовая комбинация, задающая номер соответствующего СВИ. [4]

Все радиостанции, находящиеся в одном географическом районе, как правило, имеют одинаковые ПСП для формирования местных шкал времени. Однако для ортогонализации передач радиостанций, работающих в разных сетях, сетевые шкалы времени сдвигаются относительно друг друга так, чтобы СВИ в различных сетях имели различную нумерацию в единой шкале времени [1]. Относительный сдвиг сетевых шкал времени может осуществляться с дискретностью 1/128 с. Очевидно, что допустимое число относительных сдвигов сетевых шкал времени определяется числом элементов на периоде кадровой ПСП. Отсюда следует и допустимое число сетей, работающих в одном географическом районе. В системе JTIDS потенциально может быть организовано до 128 сетей в одном географическом районе, однако на практике ожидается одновременное функционирование до 20 сетей. При этом в системе используется кодовое разделение сетей на основе программируемой последовательности радиочастот (ППРЧ) по псевдослучайному закону в диапазоне 960...1215 МГц [1].

При инициализации сети или при вхождении в сеть новых абонентов осуществляется прием управляющего сообщения, содержащего точное время запуска генераторов ПСП, данные о расчете и установке текущих фаз ПСП и запуске генераторов ПСП, а также об обнулении счетчика секундных меток.

**10. Радиостанции JTIDS. Возможности по их сопряжению и интеграции в другие военные системы распределения информации**

В системе JTIDS применяются радиостанции трех классов:

1) **командные и управляющие**;

2) **тактические**;

3**) носимые (ранцевые)**. В ряде случаев бортовые самолетные радиостанции относят к классам 1А и 2А [4].

**Радиоустановки I класса** предназначены для оснащения крупных тактических объектов, таких как самолеты ДРЛО и У систем воздушной разведки и управления **AWACS** (самолеты Е-3А), **JSTARS**(самолеты Е-8), систем воздушной Р и РЭБ; наземные центры управления действиями тактической авиации и подразделений ПВО; авианесущие крейсера. Для самолетов Е-ЗА разработана радиоустановка **AN/ARC-181** с мощностью излучения 1 кВт. На базе AN/ARC-181 разработана радиоустановка **AN/URQ-33 (V)** с мощностью излучения 1,125 кВт. Для оснащения центров управления ПВО создана станция **AN/TSC-106 (V)**.[1]

Для ВВС фирмой HUGES (США) разработаны два типа радиостанции 1-го класса [23]: наземные типа **AN/URQ-31 (V)2(HIT)**; самолетные типа **AN/URQ-31 (V)5(HIT)**.[4]

Для обеспечения интерфейса наземных органов управления ВВС к системе разработана станция ASIT, включающая радиостанцию AN/URQ-31 (V)2 и специальный транслятор для преобразования сообщений из формата **TADIL A (LINK-11)** в формат **TADIL В**, принятый в наземных органах управления ВВС, ВМС, МП и СВ, а сами самолеты E-3A ОВС НАТО и центры управления тактической авиацией, а также центры сопряжения системы ПВО «Нейдж» с самолетами системы AWACS - адиоустановками **AN/URQ-33 (V)**. [4]

В интересах ВМС разработаны радиостанции 1-го класса типа **AN/USQ-72** и 2-го класса типа **AN/USQ-75**. [4]

**Радиоустановки II класса** предусматривается применять на самолетах истребительной авиации, небольших корабельных и наземных средствах. Для этих целей разработана станция **AN/ARC-40** с мощностью излучения 0,2...0,8 кВт, а также **AN/USQ-75, AN/ARQ-40**. В качестве основной тактической радиостанции 2-го класса в интересах ВВС, МП и СВ разработана станция типа **AN/URQ-28** [27]. Данная радиостанция отличается от командных радиостанций мощностью излучения, а также наличием дополнительных режимов **TACAN**, службы воздушного движения, обеспечивающей относительную межсамолетную навигацию, и режима опознавания «свой-чужой» (система Мк12). Радиомаяки военных систем **TACAN** и **Мк12 (IFF)** совмещаются по частоте с радиомаяками систем **DME и ATCRBS.** Поэтому, радиостанции (маяки) совмещенных систем УВД **DME/TACAN** формируют «сетку» частот с шагом 1 МГц в диапазоне 961...1213. Радиостанции системы **IFF/Мк12 (ATCRBS** или **AIMS MARK 12),** предназначенные для опознавания военных и гражданских самолетов и кораблей, работают на фиксированных частотах: 1030±5 МГц - запросчики, 1090±5 МГц – ответчики. [1,4]

На базе радиостанции **AN/URQ-28** в интересах сухопутных войск разработана радиостанция **AN/URC-107 (V)** [28], в которой реализован режим ATDMA. [4]

**Радиоустановки III класса** предназначены для армейских подразделений и передовых авианаводчиков (ПАН).

Применение радиостанций 1 и 2 классов в ВВС, ВМС и СВ позволило вести обмен не только речевой информацией, но и визуально отображаемой символьной информацией об обстановке одновременно всех участников тактических операций (количество которых не зависит от возможностей системы передачи данных, а определяется рядом иных факторов, находящихся в радиусе зон действия систем ДРЛО и У, систем Р и РЭБ, что в значительной степени упростило процесс управления авиацией, сбора и обработки поступающей информации. Так, ранее при перехвате маневрирующей цели обычно был необходим трехминутный радиообмен с использованием до 300 слов уставной терминологии, обозначающей номера целей, радиолокационные контакты с ними, данные сопровождения, собственного местоположения и курса истребителей, участвующих в операции. Теперь же, с помощью объединенной системы распределения данных обстановки JTIDS вся эта оперативная информация (данные о воздушной обстановке, положение зоны обзора радиолокационных станций (РЛС), местоположение зенитных ракетных комплексов (ЗРК), расположение своих аэродромов и линии боевого соприкосновения с противником) с большей точностью, скоростью и подробностью может выдаваться на дисплей летчика в удобной форме практически в реальном масштабе времени. [10,11]

Следует отметить, что постоянно растут размеры ассигнований, выделяемых на НИОКР системы JTIDS. Если еще в 1984 г. расходы составляли 112,8 млн. дол, то в 1985 г - 249,6 млн. дол, а на 1986 г. запланированные расходы составили 258,4 млн. дол. Динамика роста расходов свидетельствует о том, что система широко используется как совмещенное средство передачи данных, навигации, опознавания и ограниченной телефонной связи. По данным запланировано создание 5600 радиостанций различных классов. [1]

Добавим, что JTIDS имеет возможность пропускать сообщения формата цифровых линии передачи данных **Link-16(Tadil)**, принадлежащей к семейству систем ПД **Link** – без использование специальных преобразующих устройств, со скоростями в пределах от 28.8 кбит/с до 238 кбит/с.

В радиостанциях системы JTIDS предусматривается передача данных с использованием протоколов обмена информацией, применяемых в сетях передачи данных (ПД) УТА ВМС и МП США Link**-4;-4A (Tadil-C), Link-11 (Tadil-A) и Link-14; 14А (Tadil-В)**. С этой целью при разработке радиостанций JTIDS произведена техническая интеграция функций этих сетей в адекватные каналы ПД системы JTIDS, ввиду того, что частотно-временная структура сигналов, как и сами протоколы обмена циркулирующей в сети информацией вышеперечисленных систем ПД, строго говоря, отличаются от принципов сигналообразования и процесса распределения информации, принятых в JTIDS.[4,11]

Так, функциональные возможности сети ПД **Link-4;-4A** по наведению и управлению полетами ИА с наземных ЦУПов, а сети **Link-11, Link-14;-14А** по обмену информацией наземных ПУ с самолетами РиДРЛО систем **AWACS, JSTARS и Hawkey**, а также на линиях связи «корабль-корабль», «берег-корабль», «самолет-самолет» и «самолет-корабль (наземный ЦУП)» в интересах координации действий войск в рамках интегрированных АСУВ и О, позволяют говорить о значительной функциональной емкости JTIDS как системы, объединившей возможности всех перечисленных систем ПД. Однако следует учитывать тот факт, что радиостанции, входящие в состав сетей ПД **Link-4;-4A (Tadil-C), Link-11 (Tadil-A) и Link-14; 14А (Tadil-В)** уже не отвечают современным требованиям по пропускной способности, а также достаточная сложность их сопряжения с действующими терминалами JTIDS, в конечном итоге привели к тому, что существующие средства ПД, получив ряд доработок, поэтапно заменяются соответствующими терминалами системы JTIDS. Исключение составляют радиотерминалы стандарта **Link–11**, который интенсивно используется всеми ВМС и наземными системами ПВО стран НАТО и является общим для всех пользователей тактической информацией ВМС США и стран альянса, не оснащенных терминалами JTIDS. Широкое использование терминалов **Link–11** в сочетании с усилиями по ее совершенствованию гарантируют ее непрерывное использование совместно с более совершенными терминалами JTIDS. Ожидается, что **Link–11**, работающая в совместимом с JTIDS формате, останется в эксплуатации до 2015 года. В настоящее время радиостанции стандарта JTIDS являются основными средствами ПД в АСУ ВМС и МП США. [4]

В последнее время стали встречаться сведения, которые свидетельствуют о планах командования ОВС НАТО по полной замене усовершенствованного варианта СПД **Link–11** (при всех ее преимуществах перед остальными представителями СПД семейства Link) на находящуюся в данный момент на стадии разработки концепции новой СПД **Link–22**, имеющую, как заявляют ее разработчики, большую пропускную способность, чем усовершенствованный **Link–11**.[11]

Совместно с системой распределения тактической информации JTIDS на вооружение поступила ВС США и других стран НАТО в 1995 году автоматизированная система ПД **Link–16 (Tadil-J).** Задачи, выполняемые терминалами JTIDS и требования, которые к ним предъявляются разработчиками, позволяют устанавливать оконечные устройства объединенной системы на самых различных источниках/потребителях тактическими данными об обстановке. В свою же очередь линии связи системы **Link–16** рассматриваются как общий канал связи при проведении совместных операций группировок войск-союзников, подразделения которых обеспечены терминалами JTIDS, в отличие от усовершенствованной СПД **Link–11**. Во время войны в зоне Персидского залива (1990-1991 гг.)[11,15], а также и совместной операции ОВС в Югославии (1999г.) система JTIDS продемонстрировала свои достоинства при совместной работе с СПД Link–16. Терминалы JTIDS использовали протокол Link–16 для обмена данными со скоростью 115 кбит/с. Для сравнения, имевшиеся на тот момент типовые терминалы тактической радиосвязи могли обеспечить скорость ПД максимум 16 кбит/с. Прямой радиообмен добываемыми сведениями и результатами их обработки между самолетами Р и ДРЛО, спутниковыми системами разведки и ударной авиацией осуществлялся в боевой обстановке именно с использованием аппаратуры ПД JTIDS. На данный момент имеются сведения о ряде программ, ориентированных на разработку технических решений, позволяющих поддерживать совместную согласованную работу систем ПД **Link–11** и **Link–16**, а использование соответствующего программного обеспечения, сделает возможным интеграцию разнородных по структуре СПД **Link–11, Link–16 и Link–22**, получив, таким образом, общедоступный цифровой канал передачи тактических данных для его использования корреспондентами любого варианта базирования. Предположительно, этот канал будет образован унифицированной аппаратурой, построенной по модульной структуре и функционирующий на основе динамичных протоколов каналообразования МДВР JTIDS. В дополнение к сказанному отметим, что разработаны ретрансляционные протоколы с расширенным набором элементов алфавита **Link–16** (чтобы включить в обмен и СПД **Link–22**), обеспечивающие увеличение дальности передачи информации адресацией данных из сети в сеть (из **Link–16 в Link–22** и наоборот). Наряду со всем вышесказанным, планируется использование космического сегмента (на базе спутниковых систем связи **DSCS-3** и **Skynet-5**) для обеспечения реализации концепции сети локальных радиосетей. Имеются сведения о планах по осуществлению передачи данных через радиостанции, оснащенных системой РЭЗ **Have Quick-2**. [7,11]

Разработанная в ВВС США СПД о боевой обстановке **SADL**, которая обеспечивает авиацию непосредственной поддержки с «цифровым полем боя» через усовершенствованную многофункциональную систему навигации и распределения информации EPLRS CВ США, позволила в ходе штатных испытаний осуществить обмен данными в обоих направлениях с системой **Link–16** на базе терминалов **Class 2** с выводом на экраны формализованных сообщений, имеющих смысловую нагрузку полностью повторяющую соответствующие формализованные сообщения, принятые в JTIDS.

Планируется оснащение кораблей ВМС США и Великобритании, оснастить спутниковой СПД **STDL**, использующей каналы связи **Link–16**. Связь между рассредоточенными оперативными соединениями в этом случае будет осуществляться с помощью космического сегмента объединенной системы JTIDS (спутники **DSCS-3** и **Skynet-5**) и общий канал ПД **Link–16-Blos**.[11,16]

Поэтапные закупки терминалов JTIDS, в частности, для систем AWACS осуществляются Францией, Великобританией и Японией, начиная с 1995 года, но опять же, в конечном итоге предпочтение заказчиков аппаратуры отдано радиотерминалам **IDS-2000**, которые в 5 раз дешевле и в 3 раза меньше заменяемых ими радиостанций **Class 2M**. Добавим, что аппаратура **IDS-2000** полностью совместима со стандартными терминалами JTIDS **Class 2M**.

По мнению военных аналитиков, в дальнейшем авиационные комплекты JTIDS **Class 2** постепенно будут заменены на менее дорогостоящие и в то же время более компактные терминалы новой европейской системы распределения данных **MIDS** – терминалы **MIDS-LVT**. Считается, что данные терминалы будут выполнять все те же задачи, что и заменяемые ими терминалы **Class 2**. Командование ВМС и МП США планируют установить **терминалы** **LVT** на всех без исключения потребителях тактической информации, оснащенные некогда заменяемыми JTIDS **Class 2**, а к 2005 году – на ракетном и бомбовом вооружении (например, заменить терминалы JTIDS с КР Tomahawk, УАБ **JDAM**, УАР **JASSM**), а также на БЛА тактического или оперативно-тактического назначения. CВ США планируют удовлетворить свои потребности в аппаратуре системы **Link–16** исключительно за счет терминалов **MIDS-LVT**, начав оснащение этими станциями в 1999 году. К сведению, последний заказ на аппаратуру JTIDS **Class 2М** в интересах CВ США был произведен в 1997 году. А в 1996 году ВВС США отказались от планов по разработке терминалов JTIDS **Class 2R**, обеспечивающих ПД внутри СПД **FDL**, самолетов F-15 C/D, решив вместо этого использовать оборудование, разрабатываемое по программе **MIDS-LVT**. Уже к концу 1997 года реализация объединенной системы MIDS- FDL позволила снизить мощность передатчиков, обойтись без речевой связи и функций **TACAN**, что во многом обеспечило сокращение временных затрат на принятие решений согласно оперативной обстановки. [11]

**11. Перспективы совершенствования объединенной системы распределения тактической информации JTIDS**

Ведение информационной войны подразумевает нарушение информационных каналов противника и одновременно защиту своих линий связи. Эти действия не только на тактическом, но и на оперативном и стратегическом уровне будут также более эффективными за счет быстрого поступления информации и значительного ее объема, хранящегося в системе. Кроме информации глобального уровня, существует тактическая информация о ТВД или районе боевых действий. Это часть данных, искусственно вычлененная из глобальной информации. Она необходима в конкретное время в конкретном районе боевых действий, представляющем собой виртуальное пространство, границы которого изменяются в ходе боя. Оно включает подводную, надводную (наземную), воздушную и космическую среду. Решение задач по оперативному сбору и распределению информации такого рода и является приоритетным направлением всех мер совершенствования JTIDS.[15,16]

Известно, что в течение 1999 года 5 стран-участниц НАТО совместно разрабатывают концепцию построения терминалов уже многонациональной системы **MIDS** открытой архитектуры, которые должны будут удовлетворять любым запросам ОВС. Совместное производство аппаратуры планируется до 2007 года. Первыми получили терминалы MIDS самолеты европейских ВВС F\_16,F/A-18,Rafale, Mirage-2000, Tornado, Eurofighter, а также фрегаты ВМС Франции, Германии, Италии, в системах командования и управления ВС четырех стран альянса.

Дальнейшая модернизация системы MIDS в целом направлена на увеличение скорости приема/передачи данных видовой разведки и видеоинформации.

Британская компания General Dynamics (UK) Ltd 27 сентября 2001 г возвестило о начале реализации долгожданной тактической системы связи **BOWMAN**. Это последняя и самая яркая глава в истории о том, как сухопутные силы Великобритании пытались заменить свою тактическую систему связи CLANSMAN. [13]

**BOWMAN** является защищенной гибкой тактической системой связи, основанной на радиотехнических средствах, для обмена речевыми сообщениями, данными и изображениями. Она предназначена для связи сухопутных войск, рассредоточенных по фронту на 100 км, и взаимодействия с силами воздушной и военно-морской поддержки, а также с тактической мобильной сетью связи PTARMIGAN, информационно-командной системой ПВО ADCIS и фронтовой артиллерийской системой подавления целей BATES. Эта система состоит из системы управления связью (BAe Systems), боевой сетевой радиосистемы с персональными рациями ВЧ и ОВЧ-диапазонов, и мощными рациями для передачи данных (Harris, ITT и Marconi), терминалов пользователей для работы с данными (Litton), автомобильных коммутаторов (General Dynamics) и системы локальной связи LAS при поддержке системами материально-технического обеспечения и подготовки персонала.

Система BOWMAN будет отличаться общей операционной средой с 30 тыс. компьютерных терминалов на основе процессоров Pentium III и операционной системы Windows 2000+ и с 8 тыс. систем местной связи. Компания General Dynamics предлагает возможность наращивания ресурсов, в том числе за счет использования нового компьютера фронтовой системы управления, а также прикладного программного обеспечения фронтовой информационной системы.

В вооруженных силах США тактическая связь строится по принципу охвата всех операций в масштабе театра военных действий до маневров отдельных частей и подразделений. В полевых условиях сеть **Tactical Internet** разделяется на высший и низший сегменты. Высший сегмент включает в себя армейскую тактическую систему командования и управления **ATCCS** (Army Tactical Command and Control System), представляющую собой вычислительную сеть, подвижные абонентские пункты MSE (Mobile Subscriber Equipment) фирмы General Dynamics Communications System и цифровые радиостанции диапазона УВЧ ближнего действия NDTR (Nearterm Digital Radio) фирмы ITT для связи между бригадами. В архитектуре низшего сегмента сети **Tactical Internet** со станциями **EPLRS** будет использоваться многократный доступ с временным разделением TDMA и представлением каналов с упорядоченной во времени передачей сообщений. Применяемые в настоящее время станции EPLRS передают данные пользователей со скоростью от 1,2 до 58 кбит/с, но, по данным фирмы Raytheon, новый процессор позволит увеличить эти скорости до 288 кбит/с, что согласуется с пропускной способностью радиостанций **NTDR**, которая в сетях бригады может достигать 2 Мбит/с.[12,16] В нижний сегмент также входят компьютер **FBCB2** (Force XXI Battle Command Brigade and Below) фирмы TRW для применения на уровне бригад и ниже и радиостанции типа усовершенствованной **SINCGARS ASIP** диапазона ОВЧ фирмы ITT или усовершенствованная радиостанция ОВЧ диапазона EPLRS (Enhanced Position Location and Reporting System) фирмы Raytheon, а также приемники глобальной системы определения местоположения GPS. На практике уже использовалась двухуровневая сеть с радиостанциями SINCGARS ASIP со скоростью передачи 300-1200 бит/с, дополненная радиостанциями EPLRS. Это давало возможность образовать магистраль подвижной связи на уровне бригады с максимальной скоростью передачи 58 кбит/с. На основании результатов этих экспериментов командование сухопутных войск разработало пересмотренные требования к низшему сегменту сети Tactical Internet.[5,12]

В 1997 г. была принята трехуровневая архитектура этого сегмента, который дополнялся высокоскоростным каналом передачи данных между оперативными командными пунктами бригады и батальонов с использованием радиостанций **NDTR** со скоростью передачи 288 кбит /с, применяемых в высшем и низшем сегментах сети.

На самолетах армейской авиации в настоящее время используются радиостанции коротковолнового диапазона или **SINCGARS**, но так как они передают информацию об изменениях боевой обстановки очень медленно, планируется оснащение этих самолетов радиостанциями EPLRS с образованием каналов передачи данных о боевой обстановке **SADL** (Situational Awareness Data Link) как на самолетах непосредственной поддержки F-16 и А-10 ВВС США.

Приведенный анализ перспективных систем связи, которые, как предполагается, работая в совместимых с JTIDS режимах, скорее всего со временем частично заменят соответствующие терминалы JTIDS, там, где это будет иметь выгоду.

**Литература:**

1. Объединенная система распределения тактической информации JTIDS. /Клименко И.Н., Кисель В.В., Гончар А.Н.// Зарубежная радиоэлектроника. 1988. №5, с.85-96.

2. Военные системы связи с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты./Горшков В.В., Куксин О.В., Рубцов С.А., Сухов А.В.// Зарубежная радиоэлектроника. 1986. №3, с.3-13.

3. Сигналы с расширением спектра в системах передачи информации. /Клименко И.Н., Кисель В.В., Земерин А.И.// Зарубежная радиоэлектроника. 1984, №11, с.45-59.

4. Обзор систем связи. / Клименко И.Н.//www.qrz.ru/vhf/Klimenko/u2.

5. Современное состояние и перспективы развития радиостанций зарубежных государств. /Харченко Н.К.//ЗВО-2003, №6 с.22-30.

6. Цифровая связь./Скляр Б.// М: Вильямс, 2004 г. – с. 734, 742-752, 782.

7. Разработка АСУ и информационных технологий в ВМС США./Быков И.//ЗВО.

8. Новая АСУ ВМС США. /Сухов О.// ЗВО.1998, №4,5,6

9. Концепция создания единой информационно-управляющей структуры ВС США./Азов В.//ЗВО, 2003, №1.

10. Тактические цифровые системы связи./ Иностранная печать. Серия «ТСР служб зарубежных государств», ВИНИТИ, Информ. Бюлл. 2003, №9 Jane’s Defense Weekly, 2002. 16 октября, с.2-15.

11. Каналы передачи данных как военная составляющая успеха воздушных операций./ Иностранная печать. Серия «ТСР служб зарубежных государств», ВИНИТИ, Информ. Бюлл. 2000, №1 Jane’s Internetional Defense Review, 1998, №12, с.41-43, 45-47.

12. Система тактической связи СВ США Tactical Internet / Иностранная печать. Серия «ТСР служб зарубежных государств», ВИНИТИ, Информ. Бюлл. 2000, №11 Jane’s Internetional Defense Review, 2000, №2, с.44-50.

13. Тактическая система связи BOWMAN/ Иностранная печать. Серия «ТСР служб зарубежных государств», ВИНИТИ, Информ. Бюлл. 2002, №9 MILTECH, 2001, №11, с.37-39.

14. Состояние, возможности и перспективы совершенствования спутниковой радионавигационной системы GPS./Наука и военная безопасность// Быков И.М., Митянов И.В., Жибуль С.В./2004, №2, с.44-49.

15. Новая глобальная система оперативного управления ВС США/Островский В.// ЗВО, 2000, №3//www.computerra.ru

16. Управление ВВС США./ Томенский В., Гребешков В.//ЗВО, 1986, №5//www.attend.to/comm.

17. Новая концепция уничтожения ПВО реализована в Ираке. // ЗВО, 2003, №3.