

Цифровая связь

# DMR

в условиях СВО

Основы стандарта и базовые  
принципы применения оборудования



2023

## Оглавление

1	О стандарте DMR.....	6
1.1	Практическая разница между цифровой и аналоговой радиостанцией .....	8
1.2	Базовые принципы обеспечения безопасности при настройке DMR радиостанций .....	14
1.3	Использование шифрования .....	17
1.4	Зона покрытия радиосети .....	18
1.5	Сеть связи (Радиосеть).....	19
2	Основные типы радиостанций стандарта DMR .....	34
2.1	Портативные и носимые радиостанции типов I, II, III .....	34
2.2	Автомобильные радиостанции.....	41
2.3	Базовые радиостанции DMR.....	42
2.4	Ретрансляторы DMR .....	47
2.5	Магистральное оборудование в DMR-сетях.....	53
2.6	Шлюзы для интеграции радиосетей с сетями связи общего пользования.....	55
2.7	Дуплексеры и преселекторы .....	57
2.8	Антенны и антенный кабель .....	65
3	Общие характеристики DMR радиостанций.....	77
3.1	Одноканальные и двухканальные радиостанции .....	77
3.2	Логические каналы радиостанции и управление ими .....	85
4	Особенности совместимости оборудования стандарта связи DMR.....	88
4.1	Совместимость DMR радиостанций разных производителей .....	88
4.2	Уровни DMR сети .....	94

4.3 Юридические аспекты .....	106
5 Распространение радиоволн VHF и UHF диапазонов .....	108
6 Оборудование, Поставщики, Инфраструктура, Аксессуары .....	111
7 Комплекс технических и организационных мероприятий необходимый подразделению при внедрении DMR-сети .....	115
7.1 Компьютерное оборудование .....	115
7.2 Источники электропитания и электрооборудование .....	117
7.3 Антенно-фидерные устройства .....	121
7.4 Средства измерения и инструменты .....	122
7.5 Аксессуары для радиостанций .....	123
7.6 Обучение личного состава подразделения .....	126
8 Контрольный лист связиста .....	128
8.1 Чек-лист командира подразделения .....	129
8.2 Контрольный лист командира .....	131
9 Принципы и подходы к планированию применения сил и средств подразделения связи .....	133
9.1 Выдержка из методических материалов по связи МО РФ .....	133
9.2 Система управления воинским формированием .....	135
9.3 Органы управления .....	136
9.4 Пункты управления .....	138
9.5 Средства управления .....	140
9.6 Выводы по разделу .....	147
10 Применение направленных антенн для УКВ радиосвязи .....	151
11 Монтаж разъемов на радиочастотные кабели .....	160
11.1 Присоединение соединителя N-112/5D (male) к кабелю типа 5D-FB; РК-50-4,8-35 .....	160

11.2	Присоединение соединителя SA-111/5D (female) к кабелю 5D-FB; РК-50-4,8-35 .....	162
11.3	Присоединение соединителя PL 259/6 (U-113F) (male) к кабелю. Кабель RG8/X.....	170
11.4	Присоединение соединителя UHF S8P (male) к кабелю. Кабели RG213/U; РК-50-7-11. ....	174
11.5	Присоединение соединителя N типа TL 4452 (CH 7304) (male) к кабелю RG213/U; РК-50-7-11 .....	176
11.6	Присоединение соединителя SA-112/5D (female) к кабелю 5D-FB; РК-50-4,8-35 .....	179
12	Использование электронных карт для оценки трассы (линии) связи и зоны покрытия ретранслятора .....	183
12.1	ZOV Карты .....	183
12.2	Программное обеспечение Radio Mobile .....	191
13	Приложения и дополнительные материалы .....	194
13.1	Принцип работы системы тонового и кодового доступа .....	194
13.2	Скремблирование в аналоговой радиосвязи.....	196
13.3	Виды приемников. Преимущества супергетеродинной схемы .....	200
14	Сокращения, термины и определения.....	208
14.1	Русскоязычные сокращения используемый в Пособии.....	208
14.2	Англоязычные сокращения используемые в Пособии .....	209
14.3	Определения .....	212
15	Благодарности, материалы .....	213
16	Ссылки на ресурсы.....	215

## **Аннотация**

Настоящее пособие предназначено для охвата максимально широкого круга Пользователей радиостанций цифрового подвижного стандарта радиосвязи Digital Mobile Radio (стандарт DMR) участвующих в СВО. Профессиональным связистам стиль изложения может показаться слишком поверхностным, но целью данного пособия является:

- максимально доступным языком объяснить основные принципы радиосвязи;
- рассказать об особенностях функционирования радиостанций стандарта DMR;
- разъяснить основы теории и практики антенно-фидерных устройств;
- рассказать о базовых принципах организации связи в воинских формированиях с использованием DMR радиосвязи.

Используемые термины и аббревиатуры объяснены в тексте и объединены в разделе «Термины и определения».

Пособие адресовано:

- волонтерам, командирам подразделений, для понимания возможностей и особенностей радиосвязи стандарта DMR.
- лицам, назначенным ответственными за разработку схемы связи и применение средств цифровой радиосвязи гражданского или двойного назначения стандарта DMR при создании радиосетей воинского формирования.

**ВАЖНО!** Организация радиосвязи – это комплекс организационно-технических мероприятий, в котором непосредственная настройка (программирование) радиостанций это один из последних этапов, играющий важную, но не ключевую роль.

Исходя из вышесказанного, вам (инициативной группе по связи) нужно поставить себя не на место « сетевого администратора » способного « прошивать радейки », а на полноценного заместителя командира вашего подразделения участвующего в планировании применения вашего подразделения.

Надеемся, что эта пособие позволит вам создать, последовательно развивать и усложнять свою систему связи.

## **1 О стандарте DMR**

Стандарт Digital Mobile Radio (далее – DMR) – это международный стандарт цифровой подвижной радиосвязи. Оборудование, производимое по стандарту DMR, обладает следующими общими функциональными возможностями:

- персональная адресация (персональный вызов) любой радиостанции (далее – РСТ) в общей сети;
- групповая адресация – групповой вызов абонентов, объединенных в логическую группу средствами, предоставляемыми стандартом DMR;
- передача голоса и данных – координат, команд, текстовых сообщений (передача данных);
- объединение DMR сети с проводными или беспроводными (спутниковыми, радиорелейными) сетями передачи данных (как в сотовой связи);
- приоритетное отключение (сброс) передачи работающей в эфире станции при выходе в сеть радиостанции с более высоким приоритетом (Allow Interrupt);
- удаленное управление радиостанций: прослушивание, удаленная блокировка и выключение;
- использование двух независимых каналов на одной частоте, благодаря технологии временного разделения – TDMA (Time Division Multiple Access) – разбиение речи/данных на пакеты и передача их поочередно, с использованием двух тайм-слотов по 30 мс, при этом в каждом слоте можно передавать оцифрованные данные своего независимого канала).

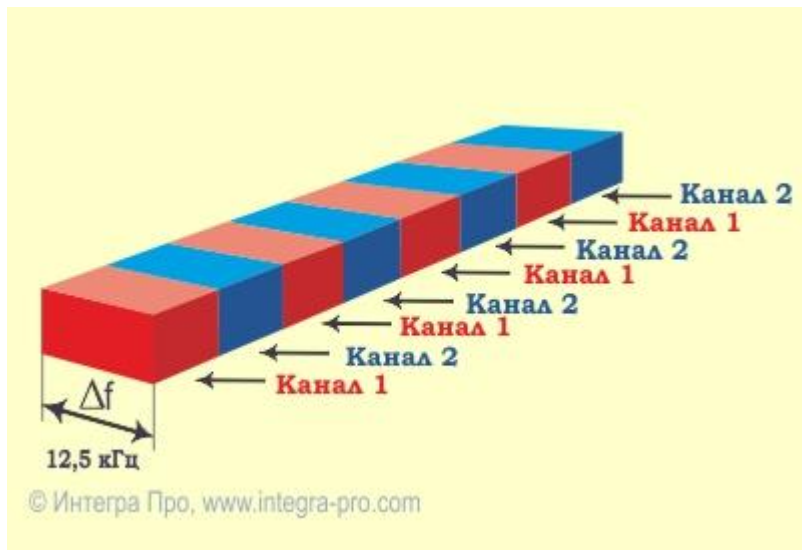


Рисунок 1 – Визуализация DMR канала с шириной 12,5 кГц и пакеты речи/данных в двух тайм-слотах TDMA

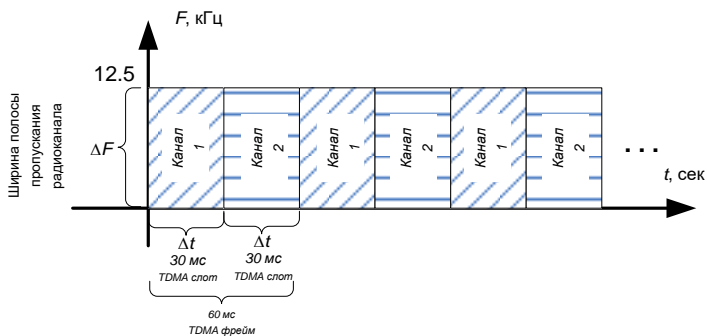


Рисунок 2 – Схема распределения тайм-слотов длительностью 30 мс и их объединение во фрейм в стандарте DMR



*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

В качестве дополнительной опции, в DMR может быть реализовано шифрование (криптозащита). Более подробно особенности шифрования в стандарте DMR будут разобраны в разделе *4.1 Совместимость DMR радиостанций разных производителей.*

Описываемое в документе оборудование DMR работает в двух (2) частотных диапазонах – UHF и VHF. UHF (Ultra High Frequency) означает «сверхвысокая частота», а VHF (Very High Frequency) «очень высокая частота».

*Таблица 1 – Диапазоны частот UHF и VHF*

<b>VHF</b>	136-174 МГц
<b>UHF</b>	400–512 МГц

В соответствии со стандартом, оборудование DMR должно иметь свой **уникальный** идентификатор – «номер» радиостанции. Часть функциональных возможностей стандарта доступна **ТОЛЬКО** при наличии в сети неповторяющихся идентификаторов.

**ВАЖНО!** Программируя РСТ - **никогда не используйте в роли идентификатора и/или имени радиостанции:** номера в/ч, позывные, воинские звания и должности операторов. Данная информация при передаче не шифруется и доступна для перехвата противником.

Присваивайте радиостанциям нейтральные «номера» (идентификаторы), не выстраивающиеся в иерархическую структуру.

### **1.1 Практическая разница между цифровой и аналоговой радиостанцией**

Голос человека является аналоговым акустическим сигналом, поэтому попадая на микрофон, а затем на модулятор радиостанции,

голосовой сигнал приводит к аналоговым видам модуляции (аналоговой (АМ), частотной (ЧМ) или фазовой модуляции (ФМ)). Так работают все аналоговые РСТ. Поэтому для организации встречной работы аналоговых РСТ они должны:

- Работать на одинаковых частотах.
- Иметь одинаковый вид модуляции.

С появлением дешевых, компактных, малопотребляющих чипов стало возможным преобразование аналогового сигнала, поступающего с микрофона РСТ в цифровой вид, т.е. в последовательность «0» и «1». Далее, сигнал в цифровом виде поступает на модулятор и приводится к виду пригодному для передачи сигнала по радиоканалу – модулируется. Это может быть амплитудная (АТ), частотная (ЧТ/ФМ), фазовая (ФТ) модуляция, или их разнообразные комбинации. Затем усиливается и поступает на антенну<sup>1</sup>.

Несмотря на некоторое усложнение процесса обработки сигнала в цифровых РСТ по сравнению с аналоговыми, цифровые методы обработки и передачи информации имеют ряд преимуществ:

1. Более эффективно используется полоса частот, выделенная для передачи сигнала.
2. Появляется возможность осуществлять криптографическую защиту (шифрование) передаваемой информации.
3. Кроме голоса, в этом же радиоканале могут передаваться данные. Например, короткие текстовые сообщения или данные приложений пользователей, при подключении РСТ к компьютеру. В ряде случаев, голос может передаваться совместно с передачей данных.

---

<sup>1</sup> Описан так называемый «тракт передачи»: от микрофона до передатчика.

4. Значительно повышается помехоустойчивость благодаря использованию цифровых методов фильтрации, обработки сигнала и помехоустойчивого кодирования.
5. Кроме передачи пользовательской информации, в радиоканале могут передаваться также служебные сообщения. К служебным сообщениям относятся индивидуальный номер радиостанции, номера сетей, подсетей, информация о своем местоположении и многое другое. Благодаря этому возможно построение радиосетей со сложной многоуровневой структурой, осуществление адресных индивидуальных и групповых вызовов. Более подробная информация приведена в разделе 4.2.
6. Возможно построение сложных, территориально распределенных структур, благодаря комплексному использованию каналов радиосвязи и магистральных каналов связи. Т.е. возможно объединение абонентов, удаленных друг от друга на тысячи километров, при том, что радиус действия абонентских РСТ не превышает 1-5 км. Более подробная информация приведена в разделе 4.2.

В настоящее время существует большое количество стандартов цифровой подвижной радиосвязи, таких как DMR, e-DMR, TETRA, APCO-25, NXDN, dPMR, PDT. Стандарт GSM это тоже стандарт цифровой подвижной радиосвязи.

Для организации встречной работы цифровых РСТ, необходимо выполнение трех основных условий:

- Одинаковые частоты радиосвязи.
- Одинаковый вид модуляции.
- Одинаковый стандарт радиосвязи.
- Одинаковые настройки шифрования.

В зоне проведения СВО для оперативной связи в воинских формированиях наиболее распространёнными являются радиосредства стандартов DMR, APCO-25, TETRA. Это разные стандарты радиосвязи. Их совместная работа невозможна даже при одинаковых настройках шифрования.

«Общим знаменателем» для цифровых станций, работающих в различных стандартах, является способность работать **аналоговом режиме**. Для чего потребуется совместимость по пунктам указанным для аналоговых радиостанций:

- Работать на одинаковых частотах.
- Иметь одинаковый вид модуляции.

Это необходимо учитывать при организации совместной работы разных подразделений, обеспеченных не совместимыми по цифровым стандартам, средствами связи. В этом случае будет возможна работа только в прямом канале, либо через аналоговый ретранслятор.

Цифровая радиостанция может быть переведена в аналоговый режим, для того чтобы обеспечивать радиосвязь с аналоговой РСТ того же диапазона. Цифровая РСТ может работать в аналоговом режиме, но такая информация будет аналоговой, хоть и передана с «цифровой» радиостанции.

Аналоговая станция НЕ МОЖЕТ принимать информацию, передаваемую в цифровом радиоканале между цифровыми РСТ. Из динамика будет слышаться только шум работы цифрового модема – демодулированный (обратно модулированный) цифровой сигнал.

<p><b>ВАЖНО!</b> Только цифровая связь может быть зашифрована. Аналоговая связь не защищена от прослушивания переговоров даже</p>
---

при применении субтонов CTCSS, кодов DCS или встроенных маскираторов<sup>2</sup>.

На предельных дальностях звук в аналоговом канале может быть очень тихим, на грани пропадания, в то время как в цифровом, связь полностью пропадет. Это связано с потерями пакетов оцифрованных голосовых данных при передаче на предельные дистанции.

Конечно, конструкция (внутреннее устройство) конкретной аналоговой и цифровой РСТ тоже влияет на качество связи. Такое влияние оказывает:

- схема построения приемника (супергетеродинная или с прямым преобразованием);
- наличии преселекции (перестраиваемых полосовых фильтров на входе приемника, их полоса пропускания и уровень подавления радиосигналов вне полосы приема);
- наличие фильтров на выходе передатчика, подавляющих внеполосные излучения.

Хотелось бы обратить внимание на супергетеродинную схему построения радиоприемных трактов радиостанций.

Радиостанции с супергетеродинным приемником обладают наилучшей помехоустойчивостью, поэтому при оснащении своих подразделений следует отдавать предпочтение именно таким

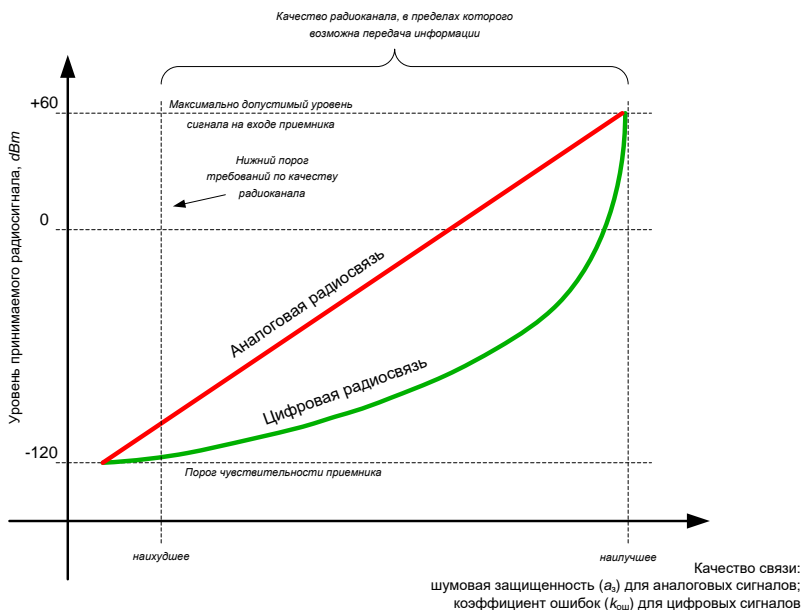
---

<sup>2</sup> Более подробно о назначении и принципе работы системы CTCSS/DCS будет рассказано в приложении

станциям. Более подробно о том, как именно супергетеродинная схема помогает справляться с помехами, будет описано в приложении<sup>3</sup>.

При прочих равных условиях, одинаковой мощности передатчика цифровой и аналоговой РСТ, чувствительности приемника, одинаковых антеннах и местах их расположения, аналоговая будет работать на чуть большее расстояние.

В общем случае график зависимости качества радиоканала от уровня радиосигнала на входе приемника (без помех), представленный ниже, является типовым.



<sup>3</sup> В настоящее время, основное количество импортных РСТ, поставленных в войска, работает на чипах RDA, которые реализуют схему прямого преобразования. Информация о РСТ, построенных по супергетеродинной схеме приведена в таблице ниже (Таблица 4).

*Рисунок 3 – График иллюстрирующий момент пропадания связи цифровой сети при падении уровня сигнала*

При достаточном уровне сигнала на прием, цифровая связь разборчивей. В зоне устойчивого приема цифровая связь обеспечивает высокую разборчивость речи, а также шифрование. Зона устойчивого приема указана на графике между точками «наихудшее» и «наилучшее» [качество радиоканала].

В радиоканале, организованном аналоговыми средствами, связь возможна даже при одновременной работе нескольких корреспондентов на одной частоте. Это является достоинством аналоговых РСТ. При этом будут слышны голоса всех корреспондентов. Громче будет слышен более мощный/близкий абонент. Недостатком является то, что слышны все вызовы, и чтобы не пропустить свой, нужно постоянно слушать эфир..

В цифровой сети возможны индивидуальные и групповые вызовы, корреспондент услышит вызов только в том случае, когда вызов адресован ему – это является достоинством цифровых стандартов. Однако, канал захватывается одной РСТ, остальные не могут работать на передачу, пока канал не освободится. Это серьезный недостаток цифровых стандартов, пользователи должны учитывать этот фактор. Все переговоры должны быть предельно короткими.

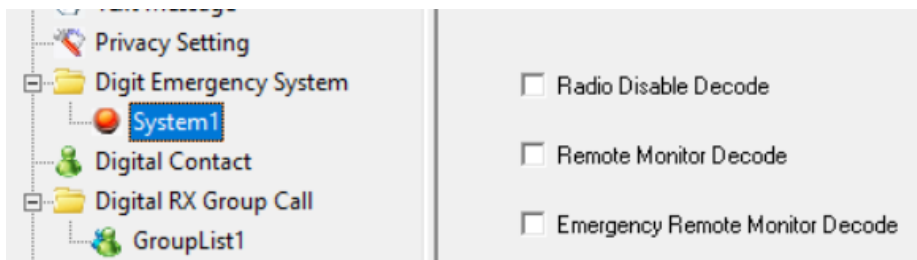
## **1.2 Базовые принципы обеспечения безопасности при настройке DMR радиостанций**

Стандарт DMR разработан прежде всего для гражданских целей. Для обеспечения функционирования сети DMR необходимо передавать в эфир большое количество служебных данных, с помощью которых обеспечивается гибкое управление сетью подвижной радиосвязи, ретрансляторами и абонентскими РСТ. Гибкость

управления, легкость конфигурирования и более эффективное использование частотного ресурса является несомненным достоинством. Однако технология DMR обладает большой уязвимостью при применении PCT стандарта DMR в воинских формированиях, особенно на линии боевого столкновения. Например, если PCT имеет встроенный GPS-приемник и GPS-позиционирование включено, то перехваченные служебные данные раскроют противнику ваше точное местоположение<sup>4</sup>.

**ВАЖНО:** На радиостанциях должны быть **ОБЯЗАТЕЛЬНО ВЫКЛЮЧЕНЫ** следующие функции: GPS, Дистанционное управление (Radio Disable Decode), Дистанционное прослушивание (Remote Monitor Decode/Emergency Remote Monitor Decode), а также функции дистанционного блокирования PCT (KILL) и оглушения (STUN).

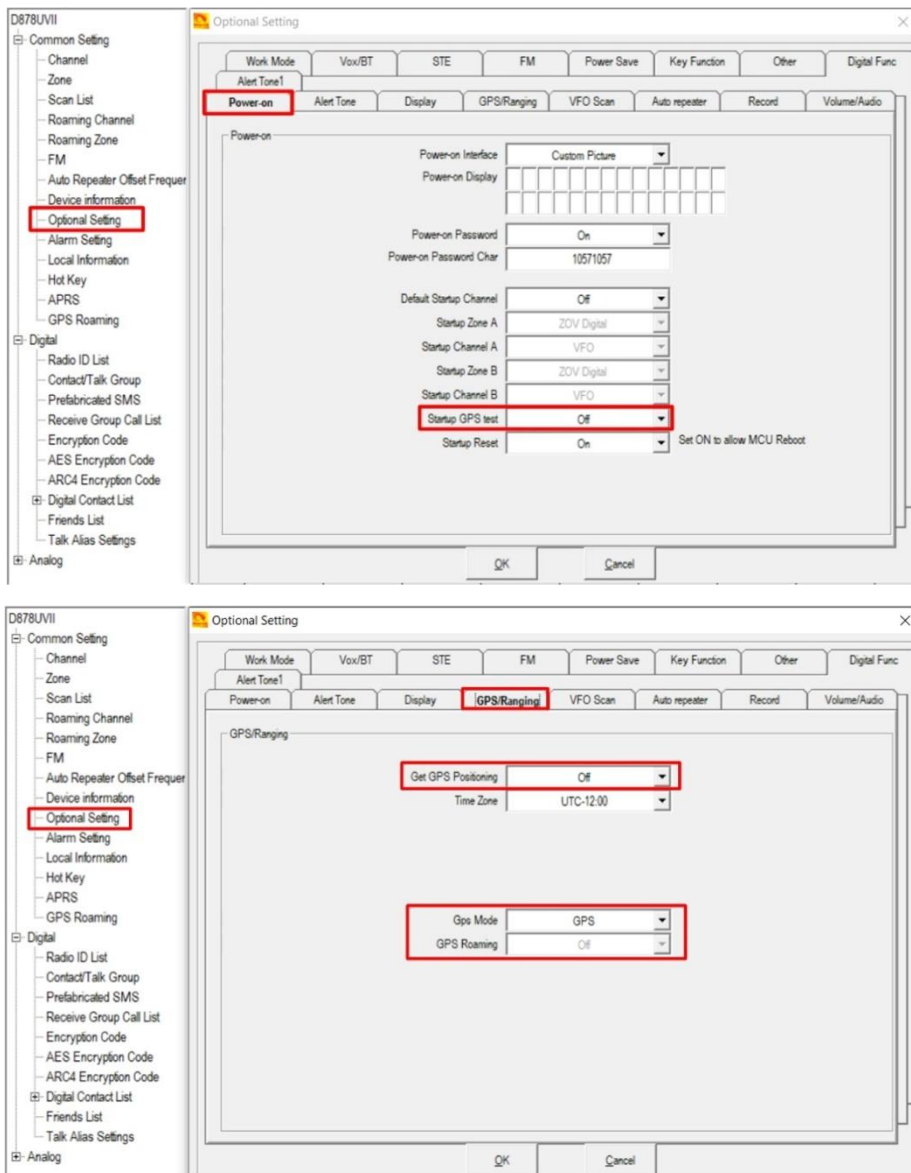
Если оставить включенной возможность дистанционного прослушивания или дистанционного управления PCT, то противник может прослушивать ваши переговоры или передав управляющий сигнал превратить вашу PCT «в кирпич» (так называемые kill-code).



<sup>4</sup> Более подробно об уязвимостях технологии DMR и мерах, которые должны предпринимать лица, организующие радиосвязь и эксплуатирующие оборудование DMR, будет рассказано в приложении к настоящему пособию



Рисунок 4 – Пример запрета удаленного отключения и прослушивания в меню РСТ «КОМБАТ ТАКТИК 44+»/ТУТ 390 plus



### *Рисунок 5 – Отключение GPS-приемника в РСТ AnyTone D878UVII*

По функции «приоритетное отключение (сброс) передачи командирской станцией вышедшей в эфир станции подчиненного», а также функции «ограничения максимального времени передачи» решение должно приниматься ответственным за связь. «Приоритетное отключение» может быть использовано противником, а может помочь решить техническую или организационную проблему.

Примеры использования приоритетного отключения:

- Из-за неправильного крепления РСТ на снаряжении, зажимается кнопка РТТ. Канал занят, все слушают кряхтение бойца в отхожем месте, никто ничего не может сделать, пока РСТ не освободит канал.
- Длительная работа на передачу без соблюдения регламента радиосвязи. Боец начинает вести не имеющие отношения к боевой работе переговоры с сослуживцами, нарушая режим радиомолчания, занимая канал и блокируя радиообмен другим операторам.

### **1.3 Использование шифрования**

Цифровая DMR связь даже с использованием шифрования НЕ МОЖЕТ считаться на 100% защищенной от дешифрования (прослушивания переговоров). При ведении переговоров необходимо исходить из предпосылки, что канал связи уже прослушивается противником или переговоры будут записаны и расшифрованы в течение нескольких часов.

<p><b>ВАЖНО!</b> Стандарт DMR сам по себе не обеспечивает шифрование передаваемой информации.</p>
---

Своевременная смена ключей шифрования на РСТ – это важная организационно-техническая процедура, которую нужно внедрить в вашем воинском формировании.

Не смотря на наличие шифрования и обновление ключей в эфир передавать только ту информацию, которая полностью устареет в течение 15-30 минут! Используйте кодовые и переговорные таблицы.

Использование шифрования настраивается в программе конфигурирования радиостанции. Смотри раздел далее 1.5.1 Ноутбук (компьютер) связиста.

#### **1.4 Зона покрытия радиосети**

Зона покрытия, или зона уверенной связи – это некая условная окружность центром которой является ваша радиостанция. Радиус зоны покрытия определяется несколькими факторами, в том числе используемым диапазоном частот, мощностью передатчика, высотой подъема антенны над поверхностью земли. Также радиус зоны покрытия зависит от естественных и искусственных препятствий, расположенных вблизи радиостанций.

Здания городской застройки, природные возвышенности, лес являются препятствием для распространения радиоволн в диапазонах VHF и UHF. Более подробная информация приведена в разделе 5.

Оператор с радиостанцией находясь вблизи препятствия, исключающего прямую видимость между ним и его абонентом, попадает в зону «радиотени».

Таким образом, дальность связи индивидуальна для каждого отдельно взятого случая. Также на дальность связи влияет чувствительность приемного тракта, наличие или отсутствие

шифрования, настройка порогового шумоподавителя. Возможна ситуация, когда РСТ может слышать (принимать) абонента, но не в состоянии передать ему информацию (эффект односторонней связи).

Очень условно для РСТ стандарта DMR можно говорить о средней дальности связи в 1 км на каждый 1 Вт мощности передатчика при благоприятных условиях распространения радиоволн.

Зону покрытия можно расширять с помощью промежуточных (эстафетных) узлов приема/передачи – ретрансляторов и радиоудлинителей.

### **1.5 Сеть связи (Радиосеть)**

При организации военной системы радиосвязи оперируют следующими терминами:

Радионаправление – способ организации радиосвязи между двумя пунктами управления (операторами РСТ, командирами, штабами).

Радиосеть – способ организации радиосвязи между тремя и более пунктами управления (операторами РСТ, командирами, штабами).

Радионаправление по сравнению с радиосетью требует большего расхода радиосредств и рабочих частот. Например, в группе из трех (3) человек при использовании радионаправлений у командира должно быть две (2) РСТ, по одной для организации связи с каждым абонентом. Для радиосети ему достаточно одной РСТ.

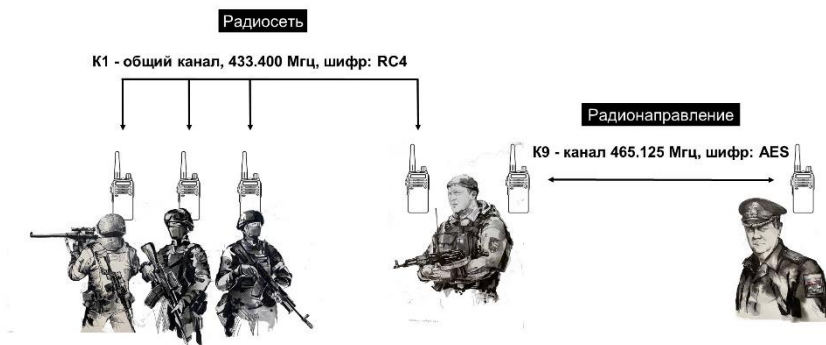


Рисунок 6 – Радиосеть и радионаправление.

Обратите внимание, что на рисунке выше командир (в середине схемы) имеет две РСТ для одновременной работы в двух разных направлениях связи.

Радиосеть обеспечивает одновременную (циркулярную) передачу информации большому количеству корреспондентов.

Описываемая радиосеть – это совокупность устройств, однотипно настроенных и технически совместимых друг с другом (имеющим одинаковые частоты, виды модуляции, сетевые технологии и протоколы передачи). Рекомендуется строить радиосети используя оборудование одного производителя. Это позволяет уменьшить трудозатраты на конфигурирование оборудования. Создание радиосети на оборудовании различных производителей также возможно.

Для организации радиосети необходимо выполнить **однотипную настройку DMR-радиостанций**:

- одинаковая настройка пар частот приема (RX) и передачи (TX);
- одинаковые значения ключей шифрования;
- одинаковые настройки color code;

- одинаковые настройки по признаку группы (разрешение по индивидуальным идентификаторам РСТ принять передаваемую информацию).

В совокупности, все эти настройки позволяют организовать радиосеть. При этом с точки зрения манипуляций при настройке РСТ и радиосеть, и радионаправление это один из **логических каналов**, переключаемый органами управления на корпусе РСТ.

Радионаправления используются реже радиосетей и создаются под конкретную задачу.

**Канал** является базовым понятием системы меню при настройке РСТ.

Для исключения путаницы, упрощения текста, разделяем далее **канал связи** (физический канал в радиоэфире) и **логический канал** – набор параметров при программировании РСТ.

Радиостанция хранит в памяти множество логических каналов. Оператор, меняя выбранный логический канал, может присоединиться к разным радиосетям, выбрать цифровой или аналоговый режим. Смена логического канала обеспечивает изменение частоты приема/передачи, меняет ключ шифрования (для цифрового канала), изменяет цветовой код.

Таким образом, **выбор логического канала является инструментом выбора актуальной для вас конфигурации РСТ**. Например, ручка выбора каналов на РСТ, не имеющей дисплея – вообще единственный элемент управления для выбора всех настроек (определенной конфигурации), назначенных данному каналу.

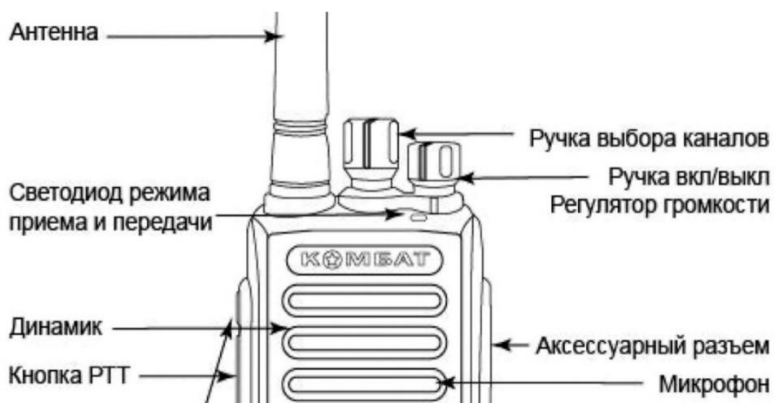


Рисунок 7 – Основные органы управления РСТ DMR  
(без дисплея и клавиатуры)

Ручка выбора каналов имеет риску, указывающую на одну из цифр 1..16. Количество возможных положений переключателя зависит от конкретной модели РСТ. Изменение положения ручки выбора каналов изменяет конфигурацию РСТ.

Номер канала, выбранный ручкой на корпусе станции будет соответствовать порядковому номеру логического канала, созданному в программе конфигурирования.

**ВАЖНО!** Желательно на каждой РСТ иметь несколько настроенных каналов для разных целей: основной/резервный; аналоговый/цифровой; ключ шифрования на понедельник/вторник/среду и прочее. Конечно, военнослужащие должны знать назначение каждого логического канала. Обновление (смена) ключа шифрования также возможно просто сменой канала.

Ноутбук (компьютер) жизненно НЕОБХОДИМ связисту, администрирующему DMR-сеть.

**ВАЖНО!** Для однотипного программирования станций необходимо использовать компьютер, чтобы не делать настройки вручную на каждой РСТ через экранное меню. Создав нужную конфигурацию в компьютерной программе Customer Programming Software и сохранив её, можно записать эту конфигурацию во все РСТ подразделения, последовательно подключая их к компьютеру. **Так же для РСТ некоторых производителей для этого используется Android-приложение.**

### **1.5.1 Ноутбук (компьютер) связиста**

*«Ошибается сапер – погибает сапер.*

*Ошибается связист – погибают все»*

*ОПСБ*

Ноутбук (компьютер) связиста содержит программные средства (инструменты) для программирования (конфигурирования) РСТ. Самыми важными из них являются драйверы и Customer Programming Software (далее – CPS-программа или ЦПС). ЦПС и драйвер разрабатываются производителем РСТ и обеспечивают подключение РСТ к ноутбуку, а также конфигурирование РСТ через USB-порт. Customer Programming Software – это «Программное обеспечение программирования клиента» (дословно) т.е. радиостанции. У некоторых производителей РСТ ЦПС является универсальным для всех выпускаемых моделей. Чаще для каждой РСТ требуется собственная ЦПС. Ошибка выбора ЦПС для конфигурирования РСТ является достаточно частой и вызывает вопрос «почему РСТ не работает?!».

Дополнительно на ноутбуке хранится справочная литература, электронные таблицы учета средств связи, электронные таблицы каналов/частот и соответствующие им конфигурационные шаблоны



(codeplug или кодеплаг) для различных моделей РСТ. На этом же ноутбуке устанавливается генератор псевдослучайных чисел для генерации ключей шифрования.

**ВНИМАНИЕ!** Никогда не используйте для генерации ключей шифрования онлайн-инструменты. Многие из них разработаны противником, генерируют сильно ограниченный набор ключей, находятся под контролем спецслужб противника. Ключи, сгенерированные таким образом могут вскрываться за считанные секунды, вне зависимости от длины ключа.

Наличие заранее подготовленных шаблонов (кодеплагов) поможет быстрее перейти на резервную схему связи, задействовав альтернативные таблицы частот, новые наборы ключей шифрования без переобучения и инструктирования личного состава. При наличии готовых кодеплагов (конфигураций) для конфигурирования РСТ может использоваться не только ЦПС, но другие способы, предусмотренные производителем, например программа для Android «Комбат Конфиг».

**ВАЖНО! Замечание по использованию доступа в Интернет.** В условиях высочайшего уровня технического противодействия со стороны противника, работа в сети Интернет компьютера, содержащего конфиденциальную информацию о системе связи подразделения (воинского формирования, воинской части) **НЕДОПУСТИМА!!!**

Несанкционированному доступу подвержено всё содержимое жесткого диска компьютера, вышедшего в Сеть. Это значит, что таблицы каналов, конфигурационные настроечные файлы для

радиостанций (содержащие ключи шифрования и все настройки каналов) могут попасть к противнику.

Лучше всего использовать два ноутбука. Один как инструмент управления сетью, а другой для повседневной работы, в т.ч. выхода в Интернет.

**ВАЖНО!** В качестве полумеры, связист может использовать внешний жесткий диск (рекомендуемый тип: SSD) для хранения конфиденциальной информации. Диск подключается к компьютеру **ТОЛЬКО** при отсутствии доступа с компьютера в сеть Интернет/выключенных радиointерфейсах компьютера (авиарежим или физическое удаление соответствующих модулей из корпуса компьютера).

Встроенный диск компьютера используется **ТОЛЬКО** как буфер для временного хранения. Желательно постоянно хранить необходимые материалы на внешнем SSD диске. Так же для внешнего диска целесообразно применять шифрование файлов.

В экстренной ситуации уничтожение SSD диска много проще и надежней, чем уничтожение ноутбука. Попадание ноутбука (в т.ч. в поврежденном виде) в руки противника без внешнего диска не даст ему критически важной информации о системе связи.

### ***1.5.2 Программное обеспечение для PCT DMR***

Работу компьютера с PCT DMR обеспечивает программное обеспечение двух основных видов: ЦПС и драйвер USB-порта. ЦПС предоставляет оператору интерфейс для конфигурирования PCT, а

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

драйвер USB-порта обеспечивает корректный обмен данными между компьютером и PCT по специальному кабелю программирования<sup>5</sup>.

Окно ЦПС на рисунке ниже состоит из шести рабочих областей:

0 – Наименование программы (CPS MD-UV380 V2.33, CPS MD-777 V1.45, D878UVII\_3.02 и тому подобное).

1 – Кнопки выпадающих меню ЦПС.

2 – Кнопки «горячих клавиш» меню ЦПС.

3 – Дерево разделов меню для создания конфигурации PCT.

4 – Рабочая область, в которой открываются окна для внесения изменений в меню конфигурирования PCT.

5 – Строка состояний. Частично дублирует раздел Basic Information.

---

<sup>5</sup> Дополнительная информация по кабелям программирования (программаторам) содержится в разделе *13 Приложения и дополнительные материалы*

The screenshot displays the MD-UI380 Radio Programming Software interface. The main window is titled "Basic Information" and contains several configuration sections:

- Basic Information:** Includes fields for Channel Name (16.4M107.450), RPT Frequency (4515.0000), TX Frequency (4515.0000), and other parameters like Search, RPT, and TX.
- Digital Invoag Data:** Contains fields for Channel Mode (Analog), Bandwidth (12.5K), Scan List (None), Search ( ), RPT, TX, and TOT (Total Output Time).
- Analog Data:** Includes fields for CTCSS/DCS Enc (None), Rpt Signaling System (Off), and Non-DTMF Tone Off (None).

At the bottom of the window, there are two tables:

No.	Key (Hex/Decimal)	Key (Hex/Decimal)
1	0208885062C7C258283866C23082E	5010
2	8F84AF101871488FA8FF64A11800	7888
3	8E2F6A2C3281108F779705424FA	C888
4	90945205FAC23358264F758DC255	0C00
5	9C7888262AC3683878C702515620C	9181
6	DC73C4F444C3186F9166381E738	75AA
7	A6208FC70818775D13A5A699986	6188
8	D841209F248200E778A554857028	AS5C
9		500A
10		1324
11		9839
12		4204
13		98D0
14		EE10
15		3C81
16		B481

At the bottom of the software window, there is a status bar with the following information:

- MD-UI380 Radio Programming Software
- Copyright: THT Electronics Technology Co., Ltd.
- A-000648- 850MHz-813MHz- 17MHz
- 2023-10-04 15:13:31
- 5

Рисунок 8 – Внешний вид окна ЦПС

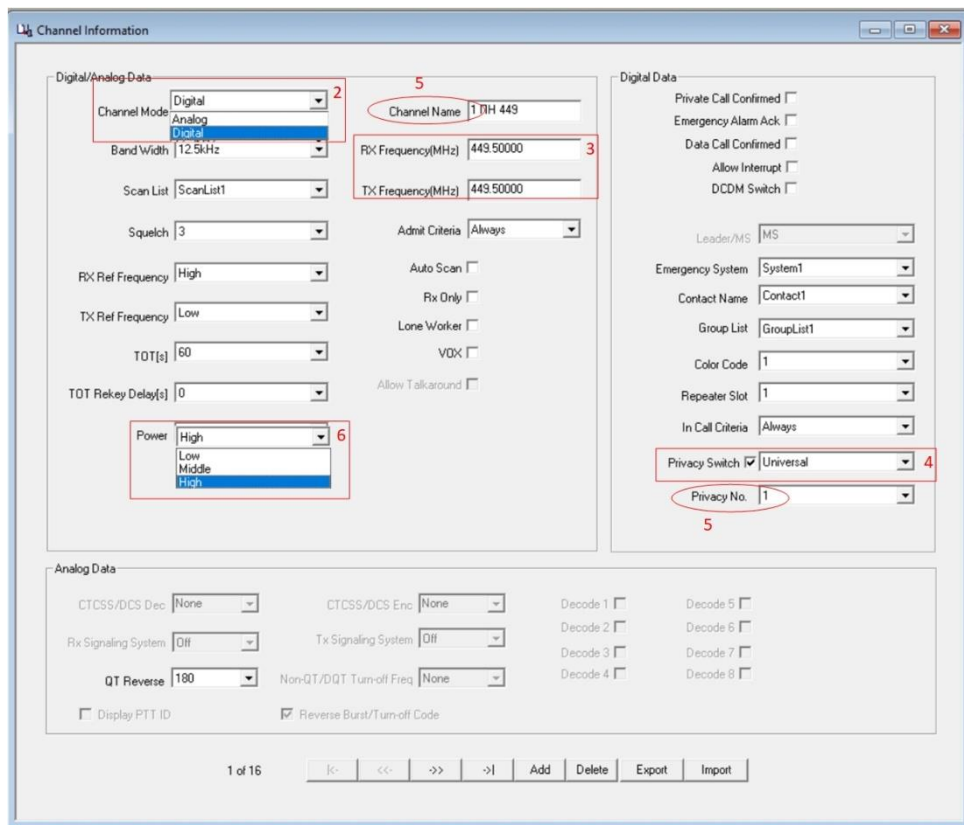


Рисунок 9 – Внешний вид окна ЦПС для настройки логического канала PCT TУТ с пятью (5) рабочими разделами

**Внимание!** Кабели программирования индивидуальны для большинства моделей радиостанций. Вам необходимо использовать именно тот кабель, который идет в комплекте с радиостанцией!

**ВАЖНО!** Если на аккумуляторе или корпусе PCT присутствует разъем usb-c, скорее всего, этот порт используется только для зарядки аккумулятора. Программирование осуществляется через

штатный разъем (обычно, находится с противоположной стороны корпуса от клавиши РТТ). Изучите инструкцию к соответствующей радиостанции. Будьте внимательны.

Для РСТ разных производителей применяются разные CPS-программы. С помощью ЦПС настраиваются логические каналы, группы абонентов, меняются ключи шифрования, настраиваются параметры конкретной радиостанции. Набор таких данных называется codeplug, или, на сетевом сленге, кодеплаг. В разговоре обычно называется «конфигурация» (не прошивка!).

Чаще всего ЦПС работает в ОС Windows. Файлы данных, содержащие конфигурацию РСТ «Комбат» (или ТУТ) имеют форматы \*.rdt (кодеплаг, конфиг).

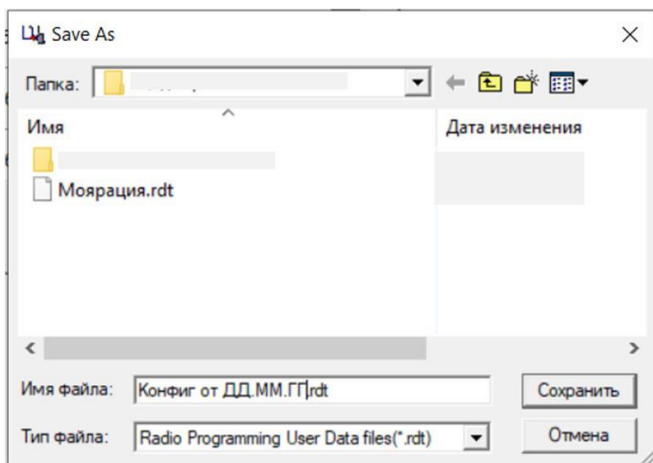


Рисунок 10 – Окно ЦПС для сохранения кодеплага

Файл с ключами шифрования имеет формат \*.dec (для AES 256).

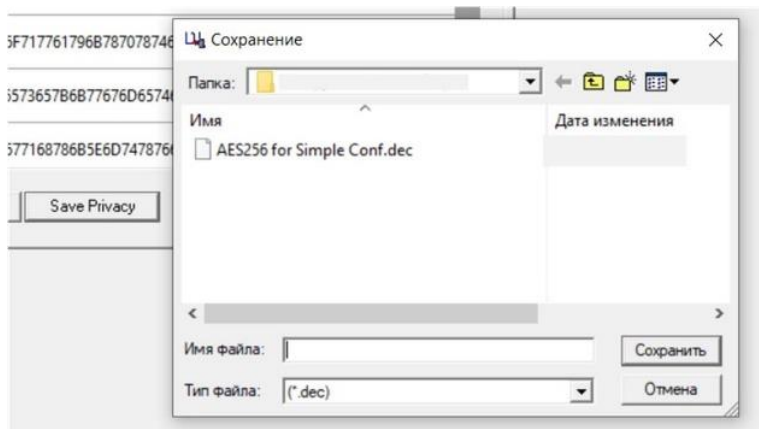


Рисунок 11 – Окно ЦПС для сохранения файла с ключами шифрования

Для подключения РСТ к компьютеру через USB-порт, требуется установить драйверы. Для некоторых РСТ/операционных систем установка драйвера не требуется.

Дополнительным видом программного обеспечения является флешер (Flasher). Это специальное программное обеспечение для обновления прошивки (firmware) радиостанции. Прошивка – это системное программное обеспечение, внутренний код радиостанции, её «операционная система». Обновлять прошивку требуется только тогда, когда производитель радиостанции обнаружил и устранил недостатки в работе устройства. Прошивка также отвечает за протоколы шифрования, наличие русификации и прочее.

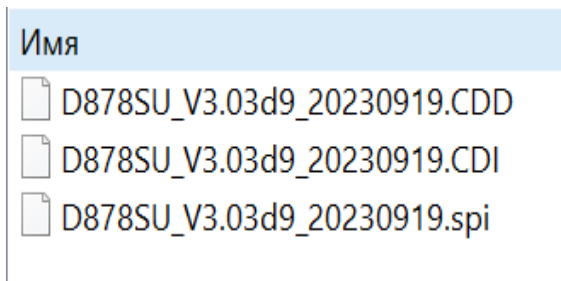


Рисунок 12 – Состав файлов для перепрошивки PCT Anytone AT-D878UV

На рисунке выше представлены файлы для обновления прошивки PCT Anytone AT-D878UV. Файлы предназначены для устранения проблемы с «вектором инициализации» (IV) и устраняют проблему устойчивости (надежности) шифрования AES256 в PCT AT-D878UV.

Осенью 2023 года, компанией Комбат было разработано приложение, предназначенное для конфигурирования PCT при помощи устройств под управлением операционной системы Android (смартфоны, планшеты). Конфигурирование выполняется файлами, созданными на персональном компьютере в программе конфигурирования ЦПС совместимой с радиостанцией Комбат.

Для подключения PCT к Android-устройствам используется отг-переходник (USB/Type-C) и стандартный кабель программирования для радиостанции.

Программа Комбат Конфиг v.1.0 предоставляет пользователю следующие возможности:

- Использовать файл конфигурации, полученный на электронном носителе («флешка») или полученном по каналам связи (например, через сеть Интернет) для конфигурирования радиостанции;



- Загрузить (ЗАЛИТЬ) конфигурацию в память радиостанцию с Android-устройства: выполнить конфигурирование, обновить ключи шифрования;
- СЧИТАТЬ конфигурацию PCT в файл на Android-устройстве;
- Защиту от заливки конфигурации не соответствующей модели PCT;
- Повторную заливку конфигурации просто заменой подключенной PCT.

Приложение обеспечивает замену ключей шифрования для PCT использующих шифрование следующих типов:

- AES 256 – заливкой на PCT файла формата .DEC;
- ARC128 – при заливке конфигурационного файла в формате .RDT (в настоящее время **НАСТОЯТЕЛЬНО НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ** применение методов шифрования с длиной ключа 128 бит).



Рисунок 13 – Интерфейс Android-приложения  
Комбат Конфиг v.1.0

## **2 Основные типы радиостанций стандарта DMR**

Для описания имеющегося на рынке оборудования, используемого в рамках стандарта DMR, предлагается разделить на его на следующие категории:

- Носимые (персональные) радиостанции (типов 1, 2, 3);
- Автомобильные радиостанции;
- Базовые станции (типов 1, 2);
- Ретрансляторы (типов 1, 2);
- Магистральное оборудование;
- Шлюзы для передачи голоса по сети Ethernet;
- Дуплексеры и преселекторы;
- Антенны и кабели.

Конечно, это, в значительной мере, условные, «ролевые» типы радиостанций. Некоторые модели портативных РСТ могут выступать в роли репитера (повторителя) хоть и маломощного, а другие РСТ, сделанные на базе автомобильной РСТ данный режим обеспечить не могут.

В дальнейшем, если в документе используется ссылка на вышеперечисленные типы, воспринимайте это как некую функциональную роль РСТ, а не марку/модель.

Все РСТ, всех типов должны обладать возможностью шифрования.

### **2.1 Портативные и носимые радиостанции типов I, II, III**

**DMR тип 1** – это радиостанция с мощностью передатчика 1-8 Вт. Дисплея и кнопок на корпусе РСТ нет. Уровень оператора – «стрелок». Количество органов управления минимизировано, чтобы боец НЕ МОГ, играясь с настройками, нарушить работу РСТ и «выпасть» из системы связи подразделения. Оператор РСТ этого типа

может выбирать логический канал «по риску» переключателя. Другие возможности недоступны.

Конечно, описанная выше конфигурация – это больше результат работы должностного лица по организации связи. Т.е. реализация конкретного кодеплага. Технические возможности РСТ значительно шире. На РСТ DMR тип 1 можно создавать и более сложные конфигурации.

На некоторых моделях персональных РСТ присутствует боковая клавиша (кнопка), программируемая через ЦПС. Например, ее можно использовать для отсылки шаблона текстового сообщения («я ранен») на станцию командира. Или для выбора режима мощности – повышенный/пониженный. Всё это определяется готовностью «стрелка» использовать эти возможности и делается по решению командира подразделения. Но будьте осторожны! Это в первую очередь РСТ, разработанные для гражданского рынка, и они не предназначены для использования в высокострессовых боевых условиях.

Также существуют модели РСТ DMR тип 1, со встроенными средствами индикации. Например, модель «КОМБАТ ТАКТИК ПРО С», имеющая скрытый дисплей (рисунок ниже).



*Рисунок 14 – Индикаторы ТАКТИК ПРО С позволяют контролировать основные параметры РСТ, что улучшает контроль режимов работы устройства*

Учитывая *настоятельную рекомендацию* ношения РСТ в подсумках, средства связи DMR типа 1, имеющие органы управления, защищенные от ошибочных действий пользователя, могут рассматриваться как самый массовый вариант РСТ для бойцов штурмовых отрядов, артиллерийских расчетов и т.п.

**DMR тип 2** – это РСТ для тех, кто может (имеет право по решению командира подразделения) самостоятельно изменить мощность РСТ или изменить какие-либо настройки РСТ. Например, для организации «связи взаимодействия» с соседним подразделением. Станция имеет экран и кнопки доступа к меню РСТ.

Мощность 1-10 Вт.

DMR тип 2 – это РСТ командиров, арт. разведчиков, групп борьбы с БПЛА и т.д. и т.п. имеющих возможность видеть на дисплее кто их вызывает, имеющих возможность читать и отправлять текстовые сообщения.

**DMR тип 2+** это портативная радиостанция тип 2, но с дополнительным комплектом аксессуаров. Это могут быть антенны с увеличенным коэффициентом усиления, направленные антенны, передатчики повышенной мощности (внешний усилитель сигнала), дополнительные источники питания (аккумуляторные батареи) и т.п. DMR тип 2+ востребованы для связи из блиндажей, подвалов, укрытий.

Примеры использования **DMR 2+** представлен на рисунке ниже.



*Рисунок 15 – Использование комплекта дооснащения (2+) РСТ для повышения качества связи*

**DMR тип 3** – это автомобильная радиостанция с мощностью от 20 до 50 Вт, возможностью питания от встроенного АКБ или от сети 12/220 Выполненная в форм-факторе «кейс» или «манпак» (наплечный кофр).

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

РСТ комплектуется разными видами антенн. Базовый вариант – автомобильная антенна на магнитном основании.

Так же может быть укомплектована специальным рюкзаком/ранцем для переноски «кейса». В рюкзак могут быть установлены РСТ КОМБАТ ТАКТИК КЕЙС/ТРАНС КЕЙС. Ранец позволяет установить автомобильную антенну на верхнюю плоскость ранца. Это сделано для обеспечения работы РСТ в движении пешим порядком.

Однако, применение автомобильной антенны на магнитном основании поверх рюкзака является малоэффективным и компромиссным вариантом. Эффективность такого применения весьма низкая, в сравнении со стационарным использованием с использованием выносной антенны.



*Рисунок 16 – Радиостанция DMR тип 3, модель ТАКТИК КЕЙС*

Применение радиостанция DMR тип 3 в форм-факторе кейса позволяет создавать радиосеть подразделения, например, ротного опорного пункта, на основе автомобильной радиостанции, но без использования транспортного средства как базы.

Так же к DMR тип 3 относится модель «ТАКТИК 900 ТПУ» снабженная интерфейсом (разъемом) для подключения к стандартным ТПУ (Р-124, Р-174, АВСКУ Р-168) бронетехники.

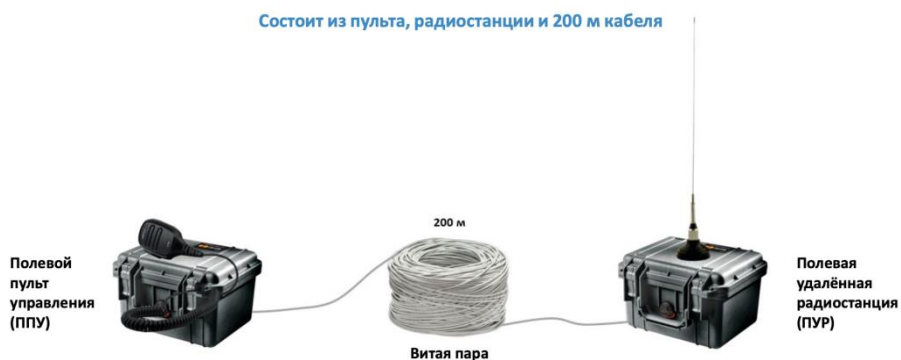


*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

**DMR тип 3+** – это переносная станция с мощностью 20-50 Вт, снабженная радиовыносом, внешними антенными мачтами и другими аксессуарами. Обычно используется на стационарных полевых позициях. Например, блокпост, опорный пункт, наблюдательный пункт, командно-наблюдательный пункт и прочие варианты использования.

Радиовынос – это удаление антенны (излучающей) части на расстояние 10-20 метров от РСТ или использование пульта управления (фактически, тангенты) радиостанции с кабелем длиной от 20 до 200 метров (УТР-кабель/витая пара/интернет кабель). Допустимо использовать оба метода радиовыноса одновременно.

Смысл радиовыноса в том, чтобы при огневом поражении запеленгованной радиостанции защитить личный состав, находящийся на пункте управления. В случае выноса излучающей части и выхода ее из строя можно продолжить работу на запасную (автомобильную) антенну. Радиовынос тангенты, позволяет разместить РСТ в более выгодных для обеспечения связи условиях.



*Рисунок 17 – Комплект РСТ АРГУТ в варианте с выносом пульта управления от места расположения РСТ*

## **2.2 Автомобильные радиостанции**

Основное отличие автомобильной РСТ от носимой – это наличие источника питания от бортовой сети автомобильной, а также вынесенная и закрепленная на кузове транспортного средства антенна.

**DMR auto** – это автомобильная РСТ с автомобильной антенной на магнитном основании для размещения на транспортном средстве. Мощность радиостанции до 40 Вт. Например «ТАКТИК 900 АВТО».



*Рисунок 18 – Радиостанция «ТАКТИК 900 АВТО»*

**DMR auto+** – это DMR auto с дополнительным набором аксессуаров, например, более длинный антенный кабель и более дорогая антенна. Отличается повышенной мощностью от 15 до 50 Вт. РСТ позволяет создавать радиосеть подразделения для связи в движении, например.

## **2.3 Базовые радиостанции DMR**

Базовая радиостанция – это вид исполнения автомобильной РСТ с более мощным чем у DMR тип 1, 2 услителем мощности (далее – УМ). И РСТ и блок питания устанавливаются в единый корпус типа 2-DIN или раздельно. Для электропитания используется сеть 220 В.

**DMR base 1** – это базовая радиостанция, укомплектованная автомобильной антенной.

**DMR base 1+** это стационарная РСТ с набором дополнительного антенного вооружения, например мачта, антенны с круговой поляризацией и направленные антенны, источники бесперебойного питания и прочее имущество.

РСТ «base» имеют мощность от 15 до 50 Вт.



*Рисунок 19 – Радиостанция «КОМБАТ 7100 ТАКТИК БАЗА» с внешним блоком питания*

Для базовой радиостанции важны устойчивое электропитание и качественный антенный вынос. Также DMR base+ позволяют подключать к РСТ вспомогательные устройства, например, шлюзы для соединения радиосетей различных стандартов (радиошлюзы) и устройства диспетчеризации, например, на основе компьютера и диспетчерской программы управления каналами.



*Рисунок 20 – Радиостанция «КОМБАТ ТРАНС-4000 БАЗА» (Belfone/Lira) с внешним блоком питания в общем корпусе*

С точки зрения системы связи DMR base, это аналог РСТ командно-штабных машин узла связи КП полка, но благодаря компактности и малой стоимости обладающая большей мобильностью, что позволяет использовать её в системе связи любого уровня.

**DMR base 2** – это группа радиостанций, в которую входят радиостанции способные принимать сигнал от одного абонента и повторять его для другого абонента. Это не ретранслятор, не «попугай», но радиоудлинитель.

Таким образом, **DMR base 2** – это DMR-радиостанции способные **работать в режиме Single Frequency Repeater** (далее – SFR). Как понятно из слова «сингл» (одиночный, с *англ*) при работе

радиоудлинитель для приема и для передачи информации использует только одну частоту. Еще одно название DMR base 2 – **одночастотный репитер**, но на наш взгляд это способствует неправильному позиционированию устройства для пользователей. Именно поэтому радиостанция с режимом SFR находится в категории DMR base, а не в группе «ретрансляторы».

Для акцентирования на различиях между DMR base 2 и DMR-ретранслятором, предлагаем такое упрощенное объяснение:

DMR-ретранслятор – устройство, которое предназначено для формирования вокруг себя зоны обслуживания с помощью специальных логических каналов на РСТ.

DMR base 2 (SFR-репитер) – устройство, которое просто повторяет в эфир полученные сообщения обеспечивая удлинение радиолинии. Это позволяет или увеличить дальность связи, или обойти какое-то препятствие.

Как указано в первом разделе документа, в DMR происходит разбиение речи/данных на пакеты и передача их поочередно, с использованием двух тайм-слотов (см. Рис. 1).

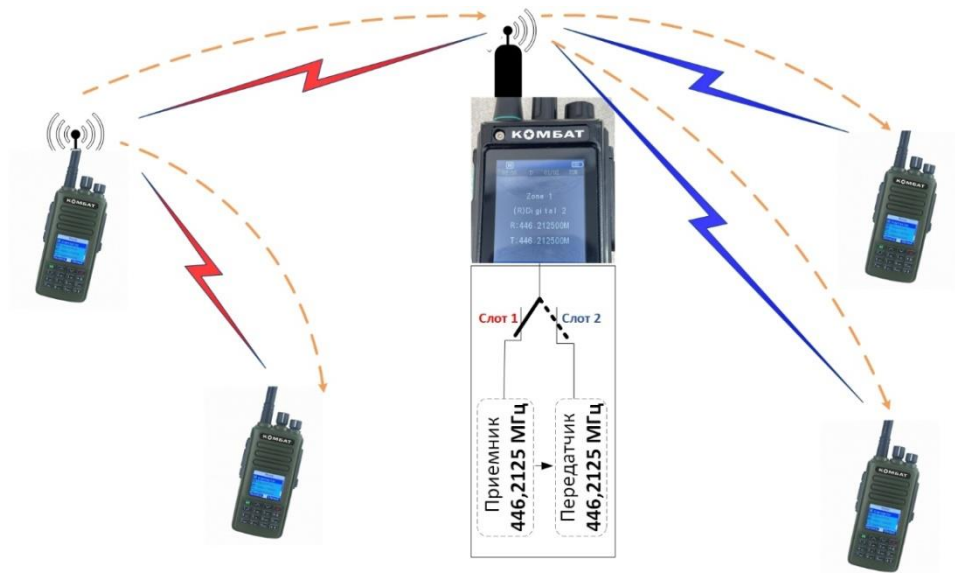


Рисунок 21 – Использование тайм-слотов для разделения абонентов, работающих с использованием DMR base 2 (SFR-репитера)

За счет использования тайм-слотов происходит разделение абонентов работающих и через радиодлинитель **DMR base 2**. Но в этом случае первый тайм-слот используется чтобы принять вызов от абонента, а второй чтобы передать его корреспонденту. Образуется «радиомост».

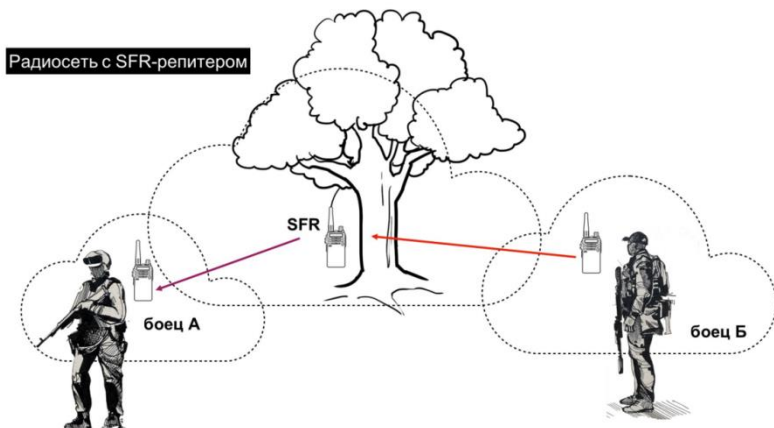


Рисунок 22 – Использование режима DMR SFR для увеличения дальности связи в прямом канале

В разных ситуациях полезными могут оказаться DMR base 2 и на портативной, и на автомобильной радиостанции.



Рисунок 23 – Радиостанция "КОМБАТ ТРАНС-4000 БАЗА" и "ТАКТИК ТРАНС-6" работающие в SFR режиме

## **2.4 Ретрансляторы DMR**

Ретрансляторы DMR предназначены для решения следующих основных задач:

- объединение группы корреспондентов в единую сеть;
- администрирование работы сети (учет корреспондентов, предоставление доступа, адресация, организация индивидуальных и групповых вызовов, организация логических групп, приоретизация, подключение к другим ретрансляторам, выход в IP-сети, управление работой в таймслотах и др.)
- организация связи между корреспондентами с использованием ограниченного частотного ресурса (одной, двух частот);
- увеличения дальности связи между корреспондентами.

Характерным для ретрансляторов является более высокая мощность передатчика, хорошая система охлаждения, питание от промышленной сети с резервированием, хорошие антенны (с большим коэффициентом усиления), расположение антенн на господствующих высотах (мачтах, крышах зданий...). Как правило, ретранслятор, представляет из себя радиостанцию с двойным комплектом приемопередатчиков или две взаимосвязанные по сигнальным цепям, радиостанции.

Таким образом **DMR1 retr** и **DMR2 retr** – это устройства-ретрансляторы (репитеры) способные принять сигнал и передать его дальше т.е. «повторить» (от англ. repeat). Обязательным признаком DMR-ретранслятора является наличие в его составе отдельного устройства «передатчик» и отдельного устройства «приемник». Отсюда второй термин «двухчастотные» – то есть использующие одну



частоту (F1) для передачи и вторую для приема (F2). При этом в каждой из этих двух частот используются два (2) тайм-слота.

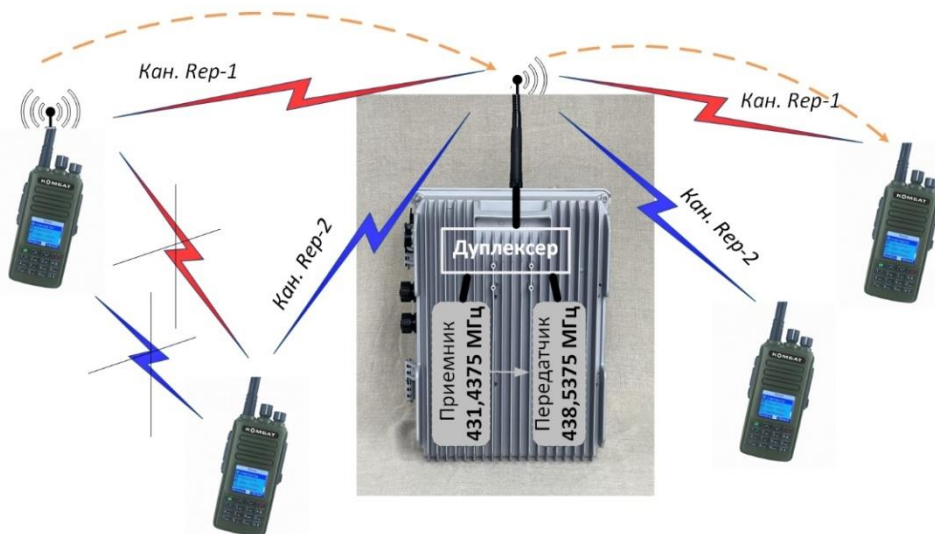


Рисунок 24 – Использование двух частот устройствами типа DMR retr

К типу **DMR1 retr** относятся ретрансляторы, которые могут организовать только свою одну обособленную зону обслуживания. Соединиться с другими ретрансляторами они не могут. «Магистралью» объединить такие устройства не получится, но повысить качество обслуживания и увеличить зону обслуживания возможно.



*Рисунок 25 – Ретранслятор «КОМБАТ ТРАНС-12» (Chierda/Retevis) со встроенным дуплексером*

К типу **DMR2 retr** относятся ретрансляторы, которые могут соединиться с другими ретрансляторами по Ethernet протоколу (такой же протокол используется при подключении домашнего Интернета).

Формально это ретрансляторы с режимом «IP site connect», где «site» это зона обслуживания ретранслятора. На устройства типа **DMR2 retr** можно строить сети подобные сотовым, когда, меняя свое местоположение вы переходите из зоны обслуживания одного ретранслятора в другую не замечая этого. Или осуществляете вызов абоненту, находящемуся в зоне обслуживания не вашего ретранслятора как абоненту рядом.



*Рисунок 26 – Ретранслятор "КОМБАТ ТРАНС-50 БОКС" Арт.7821 (Hytera 1065) с поддержкой IP Site Connect  
(активируется при наличии соответствующей лицензии)*

Компания Комбат предлагает готовое решение для оперативного построения радиосетей с использованием ретранслятора типа DMR2 getr на базе переносного комплекта двухчастотного DMR ретранслятора «КОМБАТ ТРАНС-50 РАНЕЦ» (на базе Hytera 1065), 50 Вт, UHF

КОМБАТ ТРАНС-50 РАНЕЦ обеспечивает объединения двух радиосетей (двух ретрансляторов) по отдельному радиоканалу, объединение нескольких ретрансляторов по IP-сети, а также подключение к сетям связи общего пользования. Эта модель предназначена для быстрого развертывания сетей при размещении устройства в помещениях, с внешним радиовыносом.

**ВАЖНО!** При использовании ретранслятора дуплексер нагревается и существенно ухудшает свои характеристики! Закрытое положение

ранца использовать только для транспортировки или кратких тестов на местности.



*Рисунок 27 – Переносной комплект двухчастотного DMR ретранслятора «КОМБАТ ТРАНС-50 РАНЕЦ», 50 Вт, UHF*

Объединение двух радиосетей (двух ретрансляторов), организованных с использованием «КОМБАТ ТРАНС-50 РАНЕЦ», производится через радиомост организованный двумя DMR-станциями с направленными антеннами. Подключение этих РСТ к КОМБАТ ТРАНС-50 РАНЕЦ выполняется через специальный вход. Применение направленных антенн для радиомоста обеспечивает бóльшую дальность связи.

Более практичной моделью, предназначенной для продолжительной работы, является цифровой ретранслятор «ТАКТИК ТРАНС-50 БОКС» (на базе Hytera 1065). Устройство обеспечивает коррекцию цифровых данных AES-256 OFB, соединение ретрансляторов через IP-сеть, имеет мощность передатчика 50 Вт, встроенный дуплексер UHF 404,875–414,875 МГц, АКБ LiFePo 20 000 мА/252 Вт, возможность подключения питания +12В (DC) и 220В

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

(АС), класс защиты IP-67. Поставляется в комплекте с программатором, коаксиальным кабелем готовым к использованию и антенной.



*Рисунок 28 - Ретранслятор "КОМБАТ ТРАНС-50 БОКС", Арт . 7707  
(Hytera 1065) со встроенным дуплексером*

Использование приведенных выше моделей удобно наличием встроенного дуплексера.

Устройства DMR getg отличаются между собой не только исполнением корпуса, наличием/отсутствием встроенного дуплексера, возможностью соединения по магистральным линиям.

Важнейшим отличием бюджетных моделей от моделей профессионального класса является такая функциональность как коррекция ошибок в ретранслируемом сигнале (коррекции цифровых данных, проходящих через устройство).

При использовании шифрования AES 256 в DMR retr без коррекции ошибок (например «Тактик Транс-12») возможна ситуация, когда качество обслуживания падает вплоть до пропадания связи между портативной радиостанцией и ретранслятором – отказ в обслуживании.

Это происходит по причине роста количества абонентов т.е. увеличении нагрузки на приемник и передатчик, их зашумливание по причине плохой работы дуплексера или при перегрузке приемника ретранслятора поступающей на него мощностью от портативных РСТ. Борьба с подобным явлением нужно:

- Ограничением количества абонентов в сети DMR retr работающего без коррекции цифровых данных, проходящих через устройство;
- Использованием логических каналов с шириной полосы пропускания 12,5 кГц;
- Наличием прямой видимости между абонентами и ретранслятором (высокоподнятая антенна),
- Использованием направленной антенны ретранслятора.

DMR retr профессионального класса обязательно обеспечивают коррекцию ошибок и являются устройствами с высокой производительностью.

Компания Комбат просит своих клиентов грамотно подходить к планированию радиосетей и учитывать особенности различных моделей (классов) ретрансляторов.

## **2.5 Магистральное оборудование в DMR-сетях**

Так как мы не обсуждаем сети операторского класса, то при выборе определения для «магистрали» мы не будем использовать ГОСТ Р 59502-2021 «Единая система условных обозначений в области

информационно-телекоммуникационных систем». Наши радиосети достаточно небольшие и больше похожи на сети нескольких офисов (филиалов), присоединяемых к центральному офису. Поэтому обратимся к ГОСТ Р 58241-2018 «Магистральная подсистема структурированной кабельной системы. Основные положения».

Упростив общие положения ГОСТ Р 58241-2018 предлагаем такую формулировку: **Магистраль** – это линия связи, которая объединяет различные сети на одной территории, между двумя и более территориями или на обширных территориях (множество сетей). Обычно пропускная способность магистрали больше, чем подключенных к ней сетей. Т.е. это «транспортная сеть» с телекоммуникационными узлами объединенными магистралями.

**В рамках настоящего пособия, к магистральному оборудованию используемому совместно с DMR-сетями** можно отнести технические средства (радио или проводные), поддерживающие IP-протокол и позволяющие объединять ретрансляторы во взаимоувязанную Ethernet-сеть. Это проводные линии с коммутаторами и маршрутизаторами организованные самостоятельно воинскими формированиями или арендованные у Интернет-провайдеров, антенные мачты с радиорелейными станциями операторов сотовой связи и самостоятельно развернутые радиомосты Wi-Fi диапазона, спутниковые линии связи. Все это может выступать в роли магистралей – т.е. каналов с пропускной способностью больше, чем у одного ретранслятора.

Перечисленное оборудование, используемое при развертывании линий связи, а также оборудование для подключения к сетям операторов связи, не является оборудованием DMR.

Описанные возможности обеспечиваются технологией IP Site Connect (IPSC), которая создана для расширения зоны обслуживания DMR-сети. Не все ретрансляторы поддерживает технологию IPSC. Также при наличии технической возможности на некоторых моделях ретрансляторов требуется приобретение (и активация) IPSC-лицензии.

Технология IPSC обеспечивает значительное преимущество DMR-сетей по сравнению с аналоговыми радиосетями. При объединении различных DMR-сетей появляется возможность осуществить вызов корреспондента не зная, где он территориально находится, в какой радиосети и на какой частоте работает его радиостанция.

В звене батальон/рота развертывание и эксплуатация магистральных линий (телекоммуникационных узлов) может оказаться излишне сложным. Для систем связи полков, бригад, дивизий – развертывание подобных линий можно считать обязательным.

## **2.6 Шлюзы для интеграции радиосетей с сетями связи общего пользования**

Магистральное оборудование и линии связи, описанные выше, хоть и расширяют зону обслуживания для абонентов, но DMR-сети всё же являются закрытыми (замкнутыми). Для объединения подключения ретрансляторов DMR (в общем случае любой цифровой радиосети) к сетям связи общего пользования (Интернет, сотовые сети, телефонные междугородные линии) или ведомственными сетями используются шлюзы. В общем случае, шлюзы – это пограничные устройства в любой сети, это преобразователи интерфейсов и протоколов, устанавливаемые на границе между сетями связи, работающими на базе разных сетевых технологий. В нашем случае это радиосеть DMR



с одной стороны и сеть передачи данных (локальная ведомственная IP-сеть или глобальная сеть Internet) с другой стороны (рис. 27).

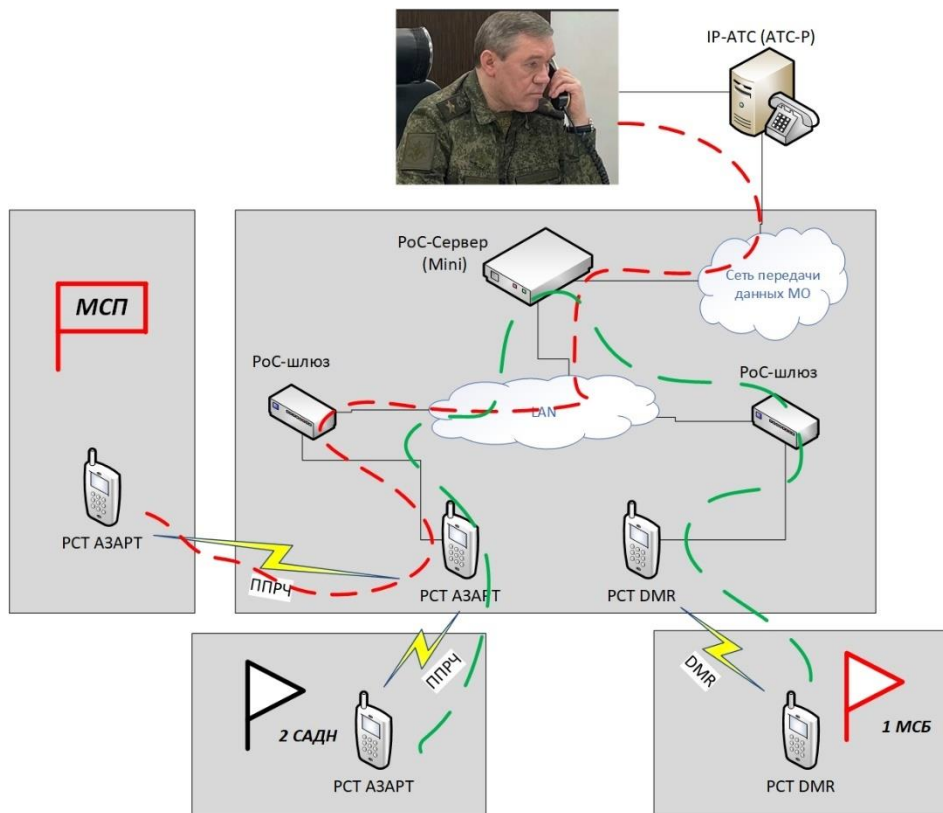


Рисунок 29 – Пример объединения РСТ разных стандартов с сетью передачи данных МО

Таким образом, любой шлюз имеет подключение как минимум к двум различным сетям связи. Конструкция шлюза и его программное обеспечение позволяют выполнять функцию преобразователя сигнала для обеих систем, то есть функцию стыковочного узла между двумя сетями связи.

В настоящее время на рынке присутствуют три (3) подхода к построению объединенных сетей:

- С использованием устройств типа Radio over Internet Protocol (Радио по Интернету), или сокращенно RoIP-шлюз;
- С использованием системы Push to Talk over cellular (далее – PoC) включающей в свой состав PoC-сервер и подключаемые к нему PoC-шлюзы;
- За счет подключения сервера-контроллера (сервера управления) DMR-сетью или ретранслятора типа DMR 2retr поддерживающим протокол «голосовые вызовы через IP-сеть» к АТС (ведомственной IP-АТС или программному коммутатору оператора связи: МТС, Билайн, Ростелеком или узлу связи МО).

RoIP-шлюзы предлагаются компанией Аргут и Комбат.

С оборудованием PoC вы можете ознакомиться на сайте компании Комбат.

## **2.7 Дуплексеры и преселекторы**

Одной из важнейших составных частей ретранслятора как комплекса связи являются антенно-фидерные устройства и устройства частотной развязки - «дуплексеры» (Рисунок 30). Всегда уточняйте предлагается вам ретранслятор с дуплексером или без.

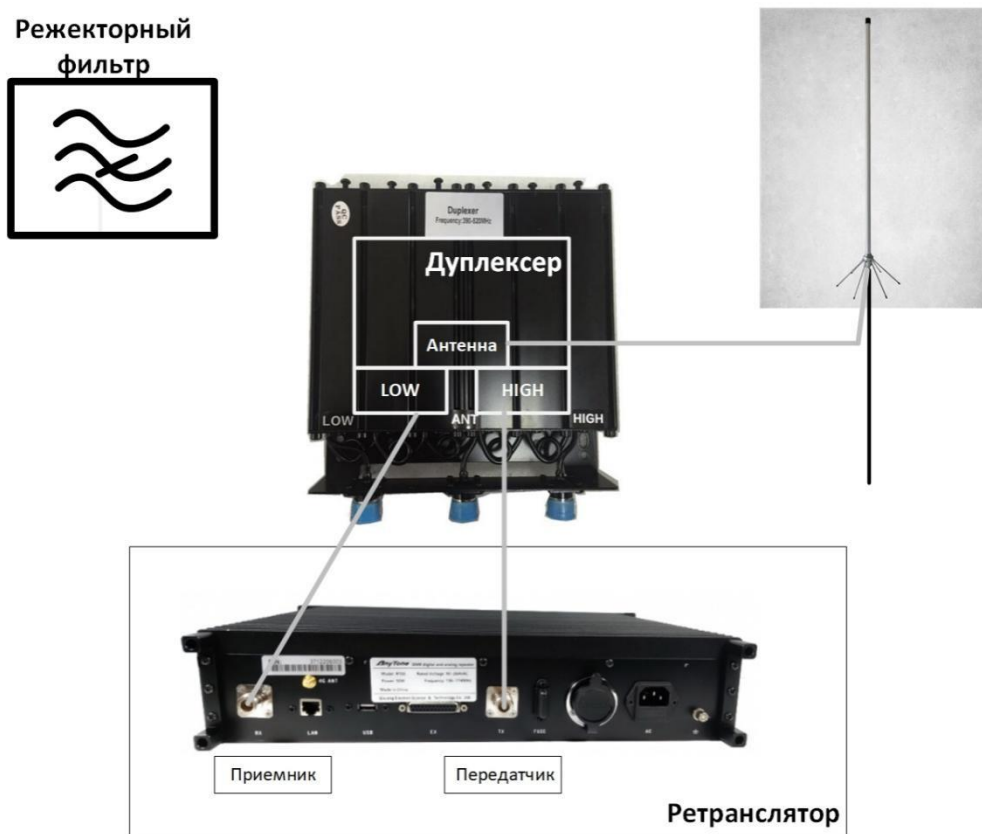


Рисунок 30 – Схема применения дуплексера

Дуплексер предназначен для защиты от взаимного влияния (развязки) передатчика и приемника ретранслятора при работе ретранслятора на одну антенну.

Дуплексер – это узкополосное устройство, настраиваемое в заводских условиях. На его корпус нанесена информация, какие частоты приема и передачи можно использовать на подключаемом РТР: 431,5375 МГц и 438, 6375 МГц (см. рис. 29. Дуплексер встроенный в РТР «КОМБАТ ТРАНС-12»).



Рисунок 31 – Дуплексер встроенный в ретранслятор «КОМБАТ ТРАНС-12» (Chierda/Retevis), с разносом частот 7,1 МГц (с) А.Игонин

Исходя из этого ограничения, рабочие частоты репитера ограничиваются полосой 200 кГц ( $\pm 100$  кГц).

Т.е. вокруг указанной на корпусе дуплексера частоты 431,5375/438, 6375 МГц (рис. 29) формируется диапазон частот, в рамках которого могут быть настроены РСТ.

Рабочие частоты для канала ретрансляторы должны быть выбраны из диапазона:

- 431,4375 – 431,6375 МГц для приемника;
- 438,5375 – 438,7375 МГц для передатчика.

Существуют дуплексеры с разными настройками частоты разноса. Так, на рис. 30 представлены примеры дуплексеров с разносом 10 МГц.



Рисунок 32 – Дуплексер UHF 403,500 - 413,500 МГц  
с разнесом 10 МГц

Контролируйте работу дуплексера! Передающий тракт ретранслятора (передатчик РТР) излучает энергию, которая нагревает дуплексер. При отсутствии достаточного охлаждения, частоты настройки дуплексера смещаются, что приводит к ухудшению качества работы дуплексера.

Как написано выше, задача дуплексера обеспечить изоляцию (развязку) приемника от излучения передатчика. С точки зрения цифр это величина затухания сигнала между передатчиком и приёмником ретранслятора выраженная в дБ (децибел). Дуплексеры таких производителей, как RFS/MOTOROLA, SINCLAIR, SYSCOM, имеют типовое значение обеспечиваемого затухания 80-90 дБ. Величина

Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)

затухания в 90 дБ означает, что один сигнал слабее другого в 31'600 раз.

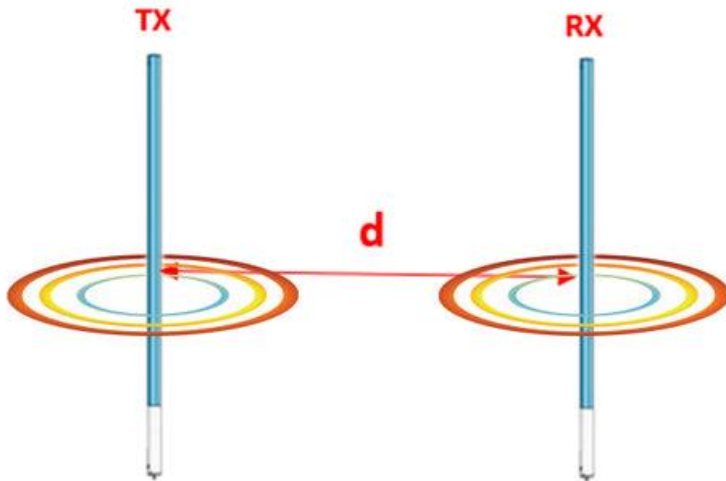


Рисунок 33 – Две антенны ретранслятора и изоляция «d» (обозначается в дБ)

Если попытаться обеспечить изоляцию разнесом антенн, то необходимо соблюдать следующие требования:

Таблица 2 – Требования к изоляции разнесом антенн

Диапазон	Изоляция в дБ, грубо	Разнос антенн по вертикали, метров	Разнос антенн по горизонтали, метров
VHF 136-174 МГц	70+	45	Более 800 (точный расчет затруднителен)
UHF 400-470 МГц	70+	11	320

При этом применяется разнос по вертикали или по горизонтали. Разнос по горизонтали (рис. 31) из-за большой величины требуемых расстояний на практике он практически не реализуем.

Можно снизить требования к расстоянию разноса антенн используя в приемном тракте преселектор (полосовой фильтр).

Можно использовать преселекторы PROCOM BPF 2/3 (VHF), PROCOM BPF 70/3 (UHF) и им подобные устройства других производителей. Преселектор так же как и дуплексер имеет заводскую настройку. От частоты, указанной на корпусе изделия, рабочая частота ретранслятора может отличаться на  $\pm 4$  МГц (для BPF 70/3, например). При маркировке 449 МГц это могут быть частоты от 445 до 453 МГц.

Так как в рассматриваемом примере не используется дуплексер, РТР не ограничен разносом частот (ТХ и RХ) в 7,1 и 10 МГц (для дуплексеров приведенных на иллюстрациях выше). Для расчета будем использовать величину разноса частот приема и передачи на 15 МГц.

Использование преселектора и примененный разнос частот дадут ослабление сигнала между ТХ и RХ (см. рис. 32) на величину  $d = 15-20$  дБ.

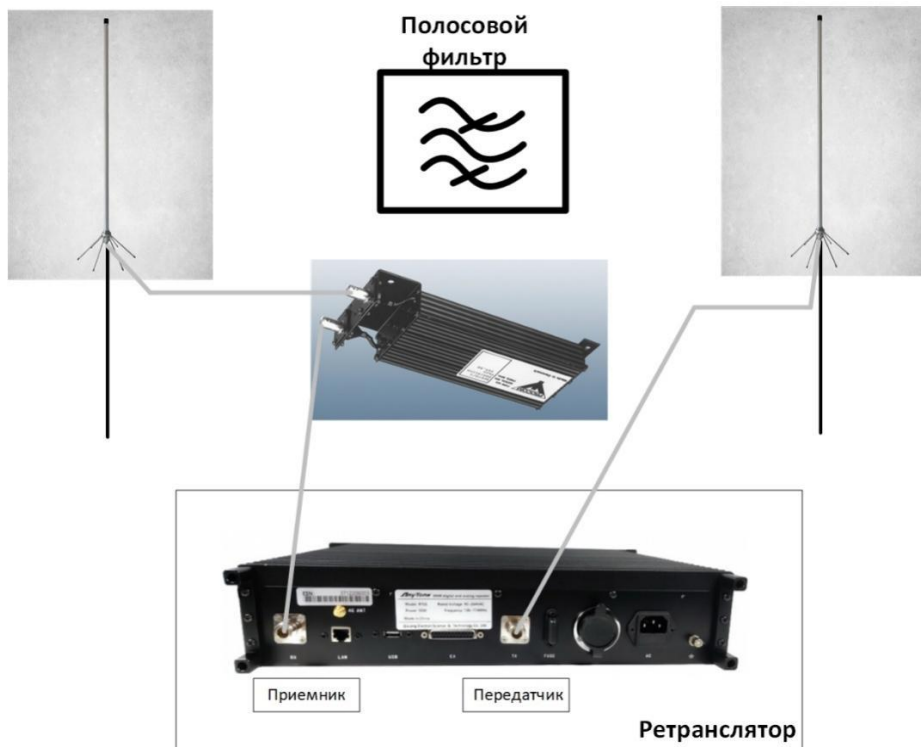


Рисунок 34 – Схема применения преселектора (полосового фильтра) в тракте приема

Физический разнос антенн должен быть не менее указанного в таблице ниже:

Таблица 3 – Требования к изоляции при физическом разносе антенн с использованием преселектора



<b>Диапазон</b>	<b>Изоляция в дБ, грубо</b>	<b>Разнос антенн по вертикали, метров</b>	<b>Разнос антенн по горизонтали, метров</b>
<b>VHF 136-174 МГц</b>	55	13	250
<b>UHF 400-470 МГц</b>	55	5	50

В сумме, значение 15-20 дБ развязки, обеспечиваемое преселектором, и 55 дБ разнесом антенн, дадут нам величину 65-75 дБ. Из таблицы видно, что при использовании преселектора, задача по построению ретранслятора с вертикальным разнесом антенн, становится вполне реализуемой (см. столбец «Разнос антенн по вертикали, метров).

Обеспечить разнос TX и RX антенн в диапазоне UHF на 5 метров по вертикали можно на любой легкой составной мачте длиной от 8-10 метров. В диапазоне VHF разнос на 13 метров вполне достижим при использовании осветительной опоры стадиона, башни сотовой связи, и даже военных мачт типа «тросовый телескоп» Некоторые из моделей военных мачт имеют высоту в 16-19 метров в полностью выдвинутом состоянии.

Таким образом, минимальный уровень развязки, при котором возможна практическая работа ретранслятора, обеспечивается значением 60-70 дБ, описанным в примере выше. Конечно, значение величины развязки в 80-90 дБ значительно повысит качество связи.

Если развязка (изоляция) не обеспечена это приводит к перегрузке входных цепей приемника ретранслятора. В такие моменты прием информации невозможен и никакие меры, а именно: снижение чувствительности приемника ретранслятора и понижение мощности передатчика ретранслятора на 50-80% не обеспечат необходимого уровня развязки. При увеличении выходной мощности передатчик

перегрузит приемник, что даст ожидаемого увеличения дальности. В обоих случаях качество связи будет «ниже нижнего».

**ВНИМАНИЕ!** Признаками некорректной работы ретранслятора (перегрузки приёмника) из-за отсутствия развязки является: снижение дальности радиосвязи в разы, рассыпание речи (пропуски в словах, фразах), в прерывистом сигнале, излишних шумах в ретранслируемом сигнале<sup>6</sup>.

## **2.8 Антенны и антенный кабель**

Антенна, как элемент радиостанции – это излучатель и приемник электромагнитного излучения. Антенна может как «вытянуть» слабый сигнал, так и стать препятствием на пути излучаемой передатчиком энергии (мощности).

Антенный кабель, в случае неправильного подбора, или неправильного монтажа разъёмов, так же может стать непреодолимым препятствием как для передаваемого, так и для принимаемого сигнала.

В настоящее время применяется огромное количество различных типов антенн. Их классификация и описание займет слишком большой объем, и далеко не все из них могут применяться для развертывания сетей DMR, поэтому ограничимся наиболее распространенными. Для штатных связистов подразделения важно понимать, что антенны подразделяются:

1. По конструктивным особенностям: несимметричные и симметричные.

---

<sup>6</sup> В разделе использованы материалы из статьи «О построении дуплексного ретранслятора без дуплексера», авт. ASTRO9600, December 29, 2022, <https://telegra.ph/O-postroenii-dupleksnogo-retranslyatora-bez-dupleksera-12-29>

- По характеристикам направленности: ненаправленные и направленные.

Антенна – это устройство, зависящее от частоты, на которой работает передатчик (приемник).

Самая важная формула для проверки соответствия антенны используемому частотному диапазону выглядит так:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300}{f \text{ (МГц)}} = \lambda \text{ (м)}, \text{ где}$$

$\lambda$  – длина волны,  $c$  – скорость света,  $f$  – частота. Результат – длина волны в метрах.

Антенны (элементы антенн) бывают размером  $\lambda/4$  и  $\lambda/2$ , т.е. кратные четверти волны.

Данная формула будет вам нужна и для расчета длины коаксиального кабеля, присоединяемого к антенне. При выборе длины кабеля, они ни в коем случае не должна быть кратной  $\lambda/4$ . Если длина кабеля кратна  $\lambda/4$ , то он начинает работать как изолятор, т.е. электромагнитная энергия, вышедшая из передатчика не будет подводиться к антенне. При этом, при проверке обыкновенным тестером, он будет показывать, что кабель полностью исправен. В полевых условиях, особенно при работе с отрезками кабеля случайной длины, это нужно иметь в виду. Если полностью исправный кабель «не работает» на данной частоте достаточно его укоротить на 20-30 см, и все станет на свои места.

Например, у несимметричной антенны размер антенного элемента имеет длину  $\lambda/4$ . Один элемент симметричной антенны будет также иметь размер  $\lambda/4$ . И тогда  $\lambda/2$  – это будет полный размер симметричной антенны.

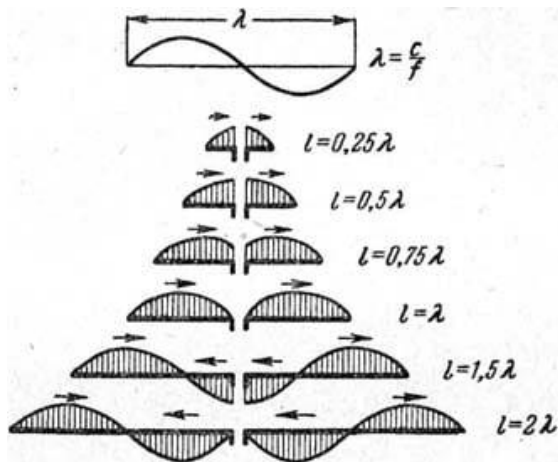


Рисунок 35 – Распределение энергии (волны) по элементам симметричной антенны

На рисунке выше эффективные антенны там, где указана длина  $0,5\lambda$  (два четвертьволновых элемента) и  $\lambda$ , где один элемент применяется как несимметричная антенна  $\lambda/2$ .

### 2.8.1 Несимметричная антенна

Несимметричная антенна имеет неодинаковую форму излучающих элементов. Например, автомобильная антенна, установленная на крыше автомобиля. В качестве одного излучающего элемента выступает штырь, в качестве второго элемента (противовеса) – кузов автомобиля. При подключении к такой антенне центральную жилу коаксиального кабеля подключают к штыревому излучателю, оплетку кабеля – к кузову автомобиля. Необходимо обратить внимание на обеспечение хорошей гальванической связи с кузовом, т.к. часто место соединения либо не очищают от краски, либо от коррозии и грязи. При этом, роль противовеса будет играть оплетка кабеля, а этого допускать нельзя. Штыревую антенну можно

использовать и без установки на автомобиль. В данном случае необходимо вокруг штыря расположить несколько проволочных противовесов, припаянных к оплетке кабеля. Длина противовесов должна примерно равняться длине штыря (рис. 33).

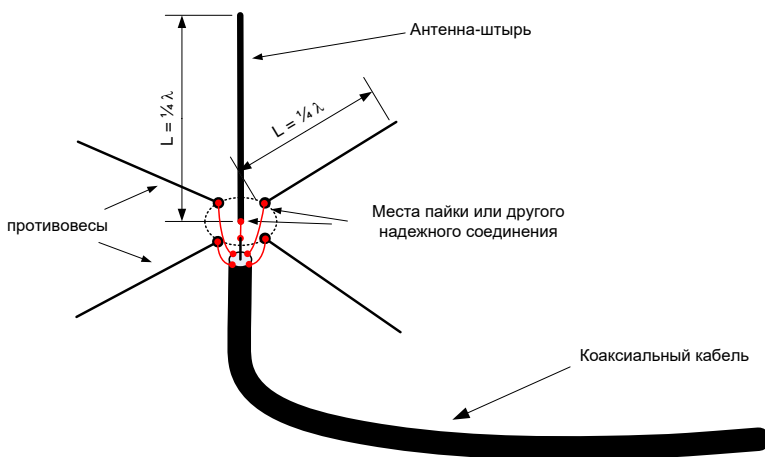


Рисунок 36 – Пример несимметричной антенны с противовесами и размеры по отношению к длине волны ( $\lambda$ )

При количестве противовесов четыре и более, или расположении на крыше автомобиля, штыревая антенна имеет круговую диаграмму направленности. Если оставить один противовес, то штыревая антенна будет иметь диаграмму, направленную в сторону противовеса. Это необходимо иметь в виду, т.к. даже такими простыми средствами можно повысить разведзащищенность и помехоустойчивость создаваемой радиосети.

Примеры несимметричных антенн: антенны, установленные на вашей РСТ; антенны на магнитном основании (автомобильные);

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

антенны, применяемая на РТР с питанием, подаваемым снизу и противовесами (короткими усами снизу). Это ненаправленные антенны, равномерно излучающие вокруг себя. Так называемые «антенны с круговой поляризацией».



*Рисунок 37 – На рисунке представлены несимметричные антенны радиостанций для различных диапазонов, автомобильная и две (2) базовые антенны*

Пример расчета рабочего диапазона частот для танковой антенны АШ-4.

АШ-4 имеет длину 4 метра.

Исходные данные: диапазон рабочих частот Р-123 от 20 МГц до 51,5 МГц.

Вычислим, на каких длинах волн, АШ-4 будет работать эффективно.

Произведем расчет исходя из длины элемента  $\lambda/4$ . Длина волны будет равна

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

$$4 \times 4 = 16 \text{ метров}$$

Зная длину волны, по формуле выше рассчитаем частоту:

$$300/16 = 18,75 \text{ МГц.}$$

Фактически это нижняя частота диапазона рабочих частот радиостанции Р-123.

Пересчитаем рабочую частоту из исходя длины штыря равной  $\lambda/2$ .

Произведя расчеты аналогичным образом, получаем вторую частоту, на которой антенна будет эффективно работать: 37,5 МГц. Это примерно середина рабочего диапазона Р-123.

Но диапазон Р-123 шире. Почему выбрана длина 4 метра?

$$(51,5-20)/2+20=35,75, \text{ т.е. } \sim 36 \text{ МГц,}$$

или середина рабочего диапазона Р-123.

Подобный метод выбора длины используется и для антенн портативных радиостанций.

В целом несимметричные антенны придумали, чтобы экономить место. Элементом симметрии (т.е. противовесом) для несимметричной антенны Р-123 является корпус танка и поверхность земли, на которой он находится.

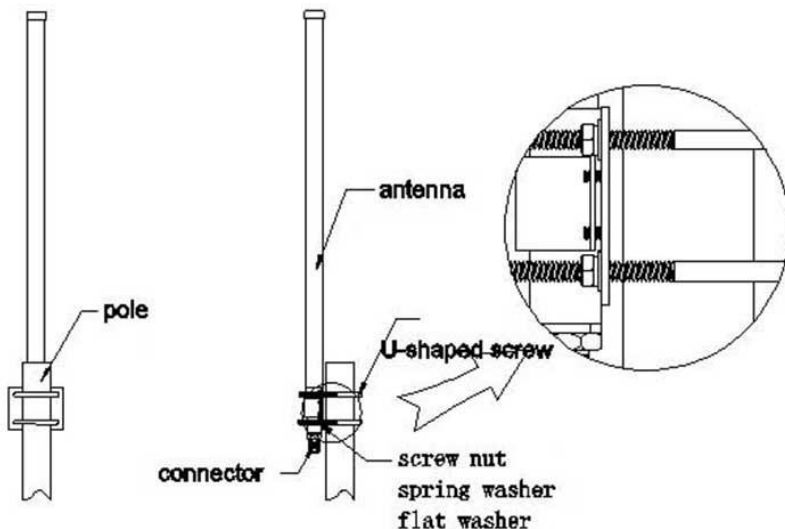
Элементом симметрии (противовесом) для портативной радиостанции является корпус РСТ и ваша рука/тело/ноги/земля под вами.

Элементом симметрии для автомобильной антенны является корпус автомобиля и поверхность земли.

Элементом симметрии для антенны ретранслятора (базовой автомобильной РСТ) на рисунке выше является противовесы (или искусственная земля) – проволочные элементы, расположенные под углом  $45^{\circ}$  к поверхности земли. Их длина тоже кратна  $\lambda/4$  длины волны. Противовесы подключаются к оплетке кабеля (внешней части разъема). J-антенны в противовесах не нуждаются.

Антенная мачта при неправильной установке антенны негативно влияет на работу антенны. Антенна и мачта должны быть электрически «развязаны» если мачта металлическая. Мачта не должна «затенять» антенну.

## Installation Guide

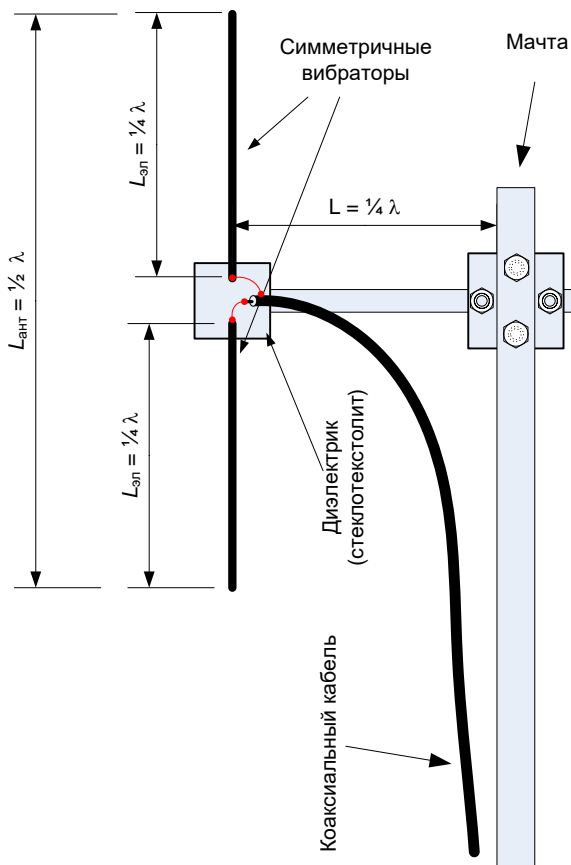


*Рисунок 38 – Пример установки антенны на мачту*



### 2.8.2 Симметричная антенна

Симметричная антенна состоит из двух излучающих элементов одинакового размера и формы. Излучающие элементы закрепляются на диэлектрике. Запитывается симметричная антенна посередине. Оплетка кабеля на одну половину, центральная жила на другую половину (рис. 34).



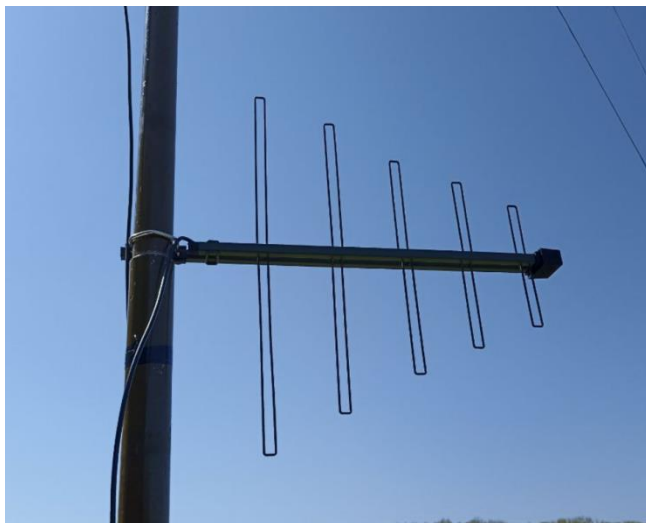
*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

*Рисунок 39 – Пример конструкции симметричной антенны и размеры по отношению к длине волны ( $\lambda$ )*

Если мачта металлическая, то при вертикальном расположении такой антенны необходимо обеспечить расстояние не менее  $\lambda/4$  между мачтой и антенной.  $\lambda$  – это длина волны.

### **2.8.3 Направленные антенны**

Одна из самых широко распространённых направленных антенн является логопериодическая антенна (рис. 37).

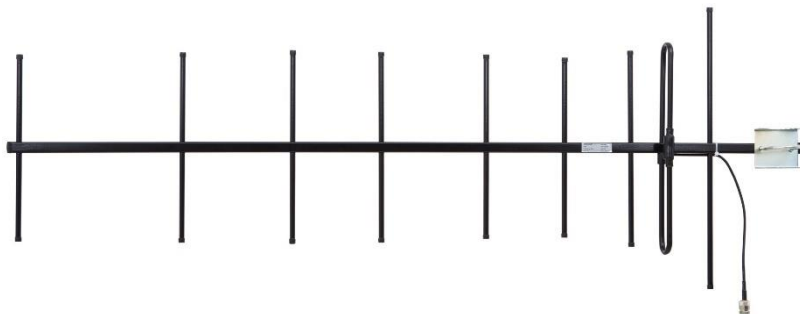


*Рисунок 40 – Логопериодическая антенна А35 от компании Радиус для диапазона 300-500 МГц*

Достоинством антенн такого типа является широкополосность и направленность. Однако, коэффициент усиления в полосе рабочих частот уступает директорной антенне (антенне волновой канал) (рис. 38). Кроме того, логопериодическая антенна имеет более широкую диаграмму направленности, чем директорная антенна.

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

Работа директорной антенны в ограниченной полосе частот с одной стороны является недостатком, с другой стороны, сама антенна является преселектором, т.е. она не пропускает на вход приемника сигналы за пределами рабочего диапазона.



*Рисунок 41 – Антенна волновой канал с излучателем в виде петлевого вибратора, одним рефлектором и семью дефлекторами*

У логопериодической антенны, в зависимости от диапазона частот активными элементами (излучателями) становятся разные вибраторы.

У антенны волновой канал активный элемент один. Остальные влияют только на диаграмму направленности. Меняя ее с круговой (для петлевого вибратора) на «вытянутую колбасу» с помощью отражателя (рефлектора) и зауживателей (директоров).

По ссылке<sup>7</sup> вы можете ознакомиться с различными антеннами, используемыми и изготавливаемыми радиолюбителями.

---

<sup>7</sup> <http://ug4c.ru/ant144430> - сайт UG4C RDA: SA-23 Loc: LO32va Балаково Саратовской области. В конце печатного документа есть QR-код гиперссылки.

#### 2.8.4 Антенный кабель

Антенный кабель – коаксиальный кабель. *Co* – совместно и *axis* – ось, то есть кабель *соосный*. Ось кабеля это металлический проводник, совмещённый (совместно) с диэлектрическим и металлическим экраном.

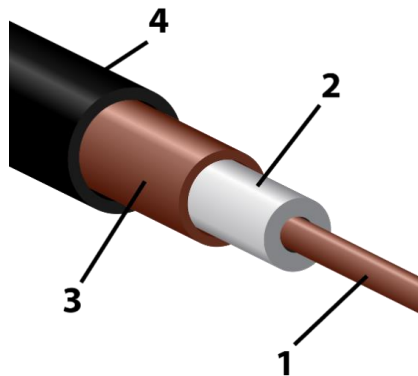


Рисунок 42 – Устройство коаксиального кабеля

Кабель состоит из центральной жилы (1), диэлектрика (2), экрана (3) и внешней изоляции (4).

существует и широко используется большое количество типов коаксиальных кабелей, которые отличаются по используемым материалам жилы и оплетки, материалу диэлектрика, общему диаметру и диаметру элементов, а также **волновому сопротивлению**.

Волновое сопротивление линии передачи зависит от конструкции коаксиального кабеля и электрофизических параметров применяемых материалов – центральной жилы и диэлектрика. Кабель всегда маркируется значением его волнового сопротивления.

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

Для всех типов DMR оборудования применяется кабель с волновым сопротивлением 50 Ом. Применение кабеля с другим волновым сопротивлением может привести к выходу оборудования из строя или, как минимум, к снижению рабочих характеристик оборудования.

### **3 Общие характеристики DMR радиостанций**

Как было определено выше логический канал – это набор параметров:

- Частота;
- Режим Цифровой/Аналоговый;
- Шифрование;
- Номер ключа шифрования из таблицы;
- Режим мощности передатчика на данном канале.

Набор параметров логического канала определяется при конфигурировании РСТ с помощью ЦПС. Логическому каналу в ЦПС присваивается имя или номер. Логический канал отображается в ЦПС в разделе Channel Information (или Channel), а на экране РСТ именем по умолчанию (Channel) и номер (N). Например «Channel 7» (Канал 7).

#### **3.1 Одноканальные и двухканальные радиостанции**

Пользователь не может повлиять на функциональные возможности РСТ. Двухканальная, одноканальная, двухдиапазонная или однодиапазонная определено именно моделью (модификацией) РСТ.

Одноканальная радиостанция – это радиостанция, принимающая лишь один выбранный канал в один момент времени.

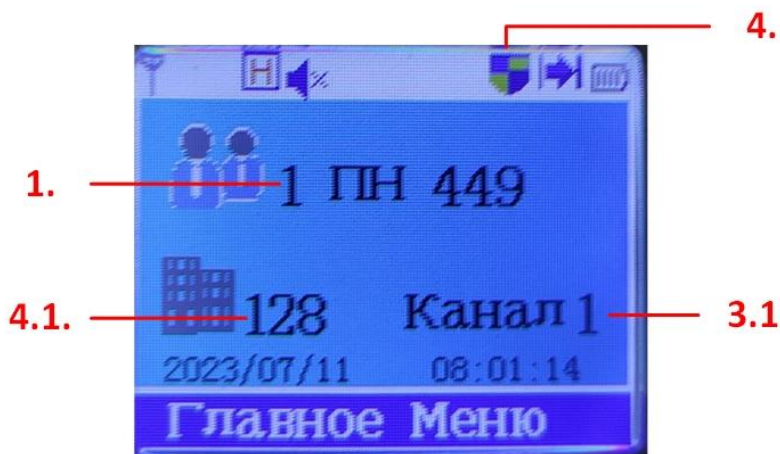


Рисунок 43 – Дисплей одноканальной РСТ  
«КОМБАТ» серии «ПРО»

1. –логический канал выбранный пользователем РСТ с именем «1 ПН [понедельник] 449 [МГц]».

3.1 – порядковый номер (1) логического канала «1 ПН 449» в так называемой «Channel Member» (см. рисунок ниже).

4. – для активного логического канала шифрование включено.

4.1 – длина ключа шифрования для выбранного логического канала «Канал 1».

Двухканальная РСТ – это радиостанция, которая обеспечивает оператору прием сразу **двух логических каналов одновременно**. Внутри такой РСТ может быть два полноценных приемника (редко и дорого) или техническая возможность быстро, 7-8 раз в секунду, переключать приемник между двумя выбранными каналами. Каналы могут быть даже в разных частотных диапазонах.

Большинство выпускаемых двухканальных DMR РСТ являются двухдиапазонными, и комплектуются специальными двухдиапазонными антеннами.

Итак, двухканальная РСТ позволяет одновременно слышать радиообмен в двух выбранных логических каналах и отвечать одному из двух корреспондентов. При использовании двухканальной РСТ всегда необходимо контролировать на каком канале вы совершите вызов. Для этого на РСТ, где две тангенты (клавиши РТТ) нужно нажать клавишу, соответствующую нужному каналу. В моделях с одной тангентой кнопками «стрелка» нужно выделить один из каналов сделав его активным. Знак **D** (1.1) или **A** (2.2.) на рисунке ниже.

В режиме передачи ни по одному из каналов прием невозможен.

Первый вызов, пришедший на одном из двух прослушиваемых каналов, звучит более громко, канал становится активным, индикатор (стрелочка, указатель, пиктограмма 1.1 или 2.2 на рисунке ниже) на экране указывает на имя этого канала; если параллельно с первым каналом начнут поступать вызовы из второго канала, эти голоса будут звучать тихо. При пропадании активности, двухканальная РСТ продолжает «слушать» оба канала, и в каком из них начнется активность, тот и станет «громким» (активным), а индикатор на экране укажет на его имя.



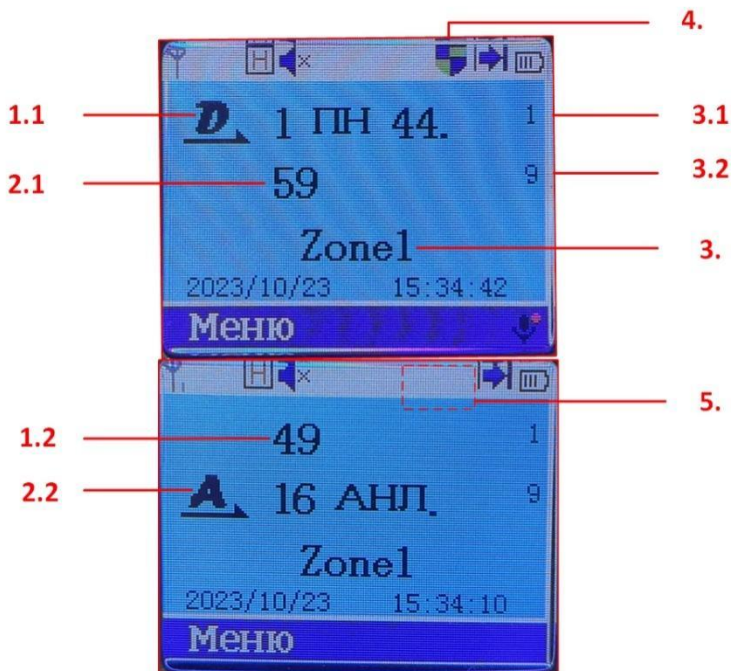


Рисунок 44 – Дисплей двухканальной, двухдиапазонной РСТ «КОМБАТ» серии «ПЛЮС» с отображением информации двух логических каналов

1.1 и 1.2 – первый логический канал (цифровой, Digital) выбранный пользователем РСТ с именем «1 ПН [понедельник] 449 [МГц]».

2.1 и 2.2 – второй логический канал (аналоговый, Analog) выбранный пользователем РСТ в настоящий момент с именем «16 АНГЛ 459 [МГц]».

3. – имя зоны (Zone) и ее порядковый номер в ЦПС (Zone1 – это имя по умолчанию).

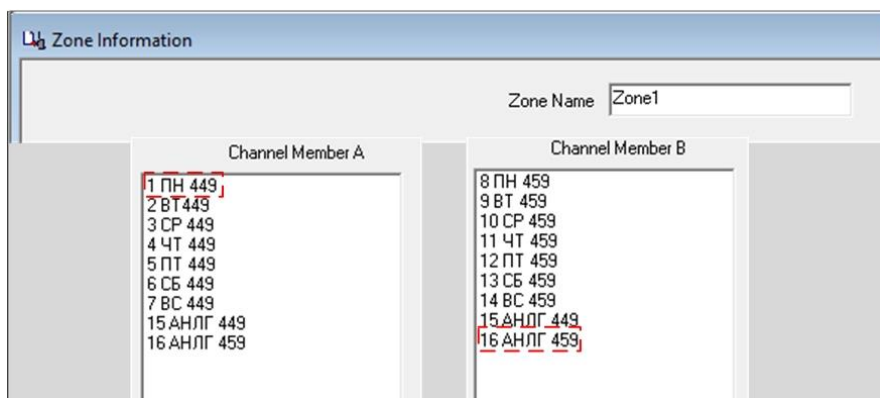
*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

3.1 – порядковый номер (1) логического канала «1 ПН 449» в так называемой «Channel Member A» или канала/ячейки/слота А (см. рисунок ниже).

3.2. – порядковый номер (9) логического канала «16 АНГЛ 459» в «Channel Member B».

4. – для активного логического канала шифрование включено.

5. – для активного логического канала шифрование выключено.



*Рисунок 45 – Фрагмент окна ЦПС Zone Information со списком каналов; кодеплаг РСТ «КОМБАТ» серии «ПЛЮС» экран которой приведен на иллюстрации выше*

В том случае если у вас одноканальная РСТ, то меню ЦПС при создании будет иметь вид как на рисунке ниже.

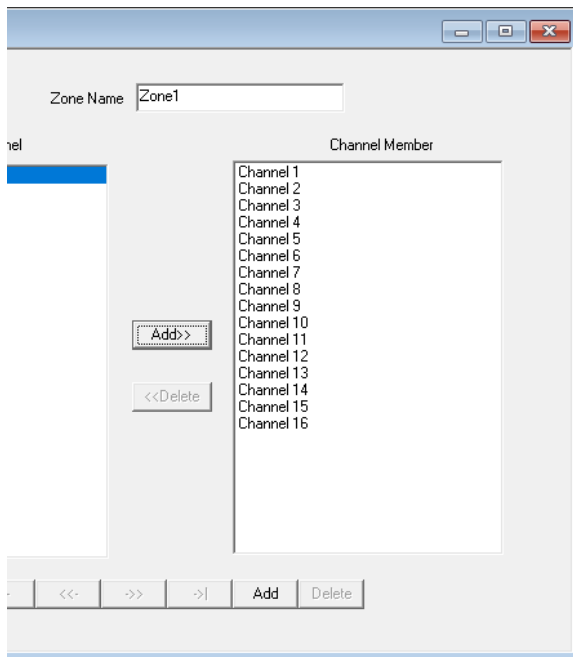


Рисунок 46 – Фрагмент окна ЦПС Zone Information со списком каналов; кодеплаг одноканальной РСТ «КОМБАТ» серии «ПРО»

Обратите внимание, что у одноканальной РСТ окно «Channel Member» для формирования списка каналов в зоне ОДНО. В отличии от «Channel Member A/B» в двухканальной РСТ.

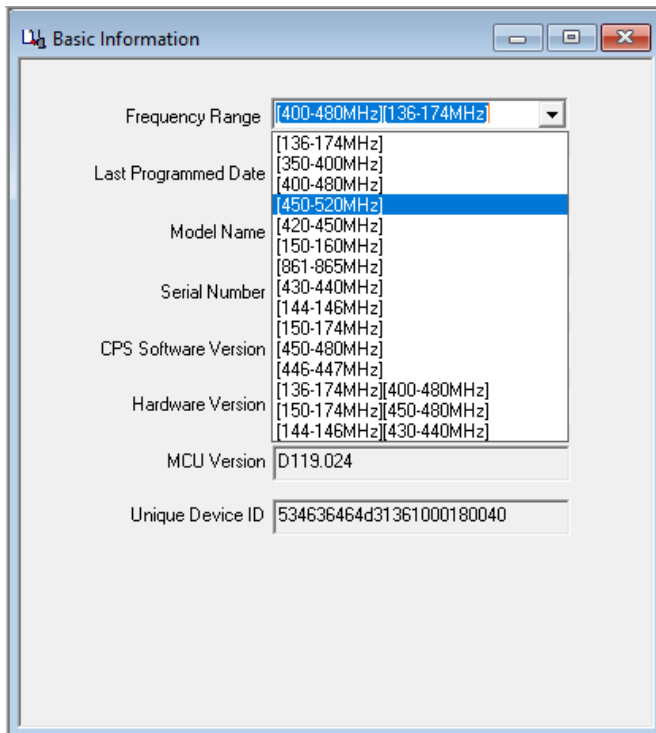


Рисунок 47 – Раздел меню «Basic Information» двухдиапазонной РСТ, где после чтения данных с РСТ будет указано, в каком диапазоне работает ваша радиостанция

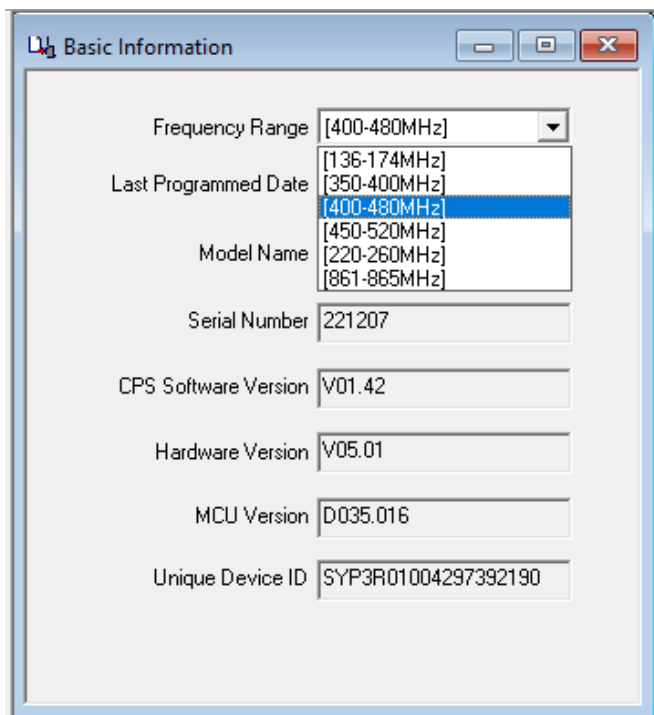


Рисунок 48 – Раздел меню «Basic Information» однодиапазонной PCT, где после чтения данных с PCT будет указано в каком диапазоне работает ваша радиостанция

Двухканальная PCT, может принимать два (2) канала в одном выбранном диапазоне UHF/VHF или одновременно работать с логическими каналами и UHF, и VHF диапазона (двухканальная двухдиапазонная).

**ВАЖНО!** Взаимодействующее подразделение может иметь DMR диапазон, отличный от вашего, поэтому необходимо иметь минимум две (2) двухдиапазонных PCT (или хотя бы две (2) PCT диапазона отличного от используемого). Идеальный вариант четыре (4) двухдиапазонных PCT, потому что у вас, обычно, 2 фланга. И справа-

слева могут быть подразделения на частотах отличных от используемого вами диапазона.

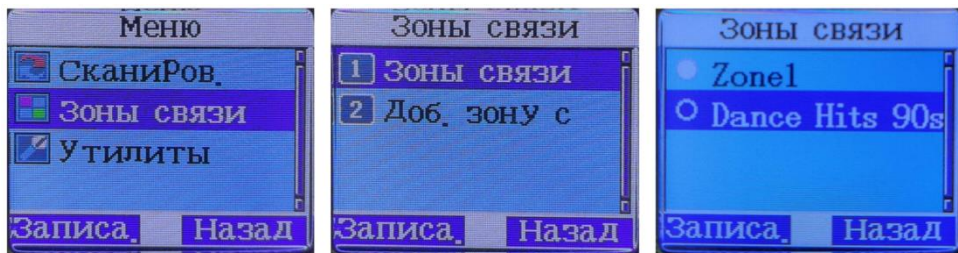
Совет связисту: используя перманентный маркер, **нанеси опознавательные две полоски на все двухдиапазонные антенны**, потому что при неизбежной поломке РСТ будет скапливаться парк неопознаваемых запчастей.

Применение неподходящей антенны в режиме передачи существенно снижает качество и дальности связи и может, при длительной работе на передачу вывести из строя выходной каскад передатчика РСТ. Необходимо следить за совместимостью РСТ и антенного хозяйства.

### **3.2 Логические каналы радиостанции и управление ими**

Zone в системе меню ЦПС это группы каналов созданные при настройке (формировании кодеплага) РСТ. РСТ обычно имеет возможность сохранить в настройках несколько десятков (и более) логических каналов – т.е. уникальных наборов параметров, сохраненных под номером или именем канала. Некоторые производители указывают «до 2000 каналов».

Для удобства, логические каналы группируются в «зоны» (Zone1, Zone2...). По смыслу, «зоны» – это плейлисты собранные из ваших любимых треков. Zone1 – для занятия спортом. Zone2 – релаксирующая музыка. И прочее. При этом сам перечень имеющихся треков (список каналов доступных для распределения по зонам) содержится в меню ЦПС «Channel Infomation».



*Рисунок 49 – Движение по меню РСТ (слева направо) для смены Зоны*

На персональной РСТ с дисплеем, через экранное меню (рисунок выше) возможен выбор конкретной «зоны». Например, выбрав одну из Zone в меню станции, механический переключатель каналов обеспечит выбор любого логического канала, включённого в эту зону.



*Рисунок 50 – Механический переключатель каналов (расположен сверху корпуса, в центре)*

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

Некоторые модели РСТ имеют защиту от случайного переключения канала: для переключения канала необходимо сначала нажать (вниз) переключатель, затем перевести его риску в требуемое положение.

На ручной носимой РСТ DMR тип 1 (без дисплея и кнопок) нет средств выбора «зон» из меню, следовательно, бойцам доступны лишь 16 (типовое значение для РСТ Комбат) каналов.

При построении схемы организации связи на уровне отделение/взвод **рекомендуем не использовать** сложную многоуровневую логику зон/каналов. Количество каналов должно быть небольшим, чтобы в стрессовой ситуации бойцы и командиры не запутались и не остались без связи. Изменение используемой зоны меняет все логические каналы на РСТ и тем самым, выключает ее из текущей схемы связи.



## **4 Особенности совместимости оборудования стандарта связи DMR**

### **4.1 Совместимость DMR радиостанций разных производителей**

Протокол DMR имеет силу технологического стандарта, таким образом, все радиостанции, поддерживающие DMR, должны быть совместимы.

Однако совместимость любых DMR радиостанций может быть гарантирована только в режиме без шифрования. DMR без шифрования не дает никаких преимуществ перед использованием аналоговых радиостанций. К сожалению, не все DMR радиостанции имеют режим шифрования или для использования шифрования требуется приобретение дополнительной лицензии (Kirisan, Motorola, Hytera). Бывают ситуации несовместимости режимов шифрования радиостанций разных производителей.

Таким образом, при закупке оборудования (планировании системы связи) различных производителей, требуется четко знать (заранее проверить или получить соответствующую информацию из доверенных источников) о совместимости устройств в режиме шифрования.

**ВАЖНО!** Утверждение любого производителя о соответствии его реализации протокола шифрования определенному стандарту может не соответствовать действительности. Перед приобретением партии новых РСТ желательно взять одну на пробу, лично убедиться в ее работоспособности в режиме шифрования с имеющимися РСТ подразделения.

Наиболее распространенными видами шифрования являются RC-4 (ARC4) и AES-XX, где XX - длина ключа в битах.

Для справки: бит – это единица измерения количества информации, принимает значение "0" или "1". Таким образом, по длине ключа в символах (битах) можно определить степень шифрования – чем длиннее ключ, тем надежнее.

**ВАЖНО!** При включении режима «Криптозащита», шифруется только голосовой трафик и сообщения, передаваемые пользователем. Остальная информация (ID вызывающей и вызываемой РСТ, номера групп, координаты РСТ (при включенном GPS) и пр. служебная информация) передаются в НЕЗАШИФРОВАННОМ виде. Эта служебная информация активно используется противником для вскрытия структуры сети, структуры системы управления и идентификации абонентов DMR сети.

Ключ для 40-битного шифрования может иметь вид последовательности из 10 символов в шестнадцатеричной системе счисления:

40-битный:

755e626b6d (десять символов или  
1110101010111100110001001101011011011011 – 40 бит).

128-битный:

73777a69697d666863636e786562616a (32 символа)

256-битный:

5f6c6d6b637177697b7164656265707c5e797377787d7b60607970667879  
6b68 (64 символа)

Наиболее стойким методом шифрования является шифрование с ключом длиной 64 символа AES-256 OFB (output feedback) с

уникальным для каждого сеанса связи IV (initialization vector – вектор инициализации). Реализации AES 256 со статичным (одинаковым для всех сеансов связи) или маловариативным вектором инициализации, подвержены прослушиванию.

Стандарты RC-4, включая все их вариации, включая проприетарный вариант MAES-512 являются нестойкими!

Осуществляя связь с использованием шифрования RC-4/MAES-512 строго соблюдайте все правила скрытного управления войсками и радиообмена, используемого для нешифрованных каналов. Тем не менее, несмотря на угрозу компрометации переговоров с шифрованием RC-4/MAES-512, применение шифрования и смена ключей ОБЯЗАТЕЛЬНА. Всегда используйте шифрование, так как это повышает нагрузку на средства радиоразведки противника и защищает от прослушивания ваших переговоров просто неленивым «пехотинцем» противника с такой же DMR PCT. Средства радиоэлектронной разведки противника могут присутствовать в полосе ваших действий, а может быть они заняты на другом участке. Возможно, они выведены из строя средствами поражения и тогда даже RC-4/MAES-512 становится эффективным средством защиты.

*Таблица 4 - Модели радиостанций с описанием метода (качества, стойкости) шифрования*

Назначение и модель радиооборудования	Диап. Частот	Тип прим. (СГ/ПП)	AES-256	MAES-512	Мощность прд	Емкость АКБ (мА·ч)	Туре-С	Гарнитурный разъем	Защищен. корпуса
<b>Ретрансляторы</b>									
ТАКТИК ТРАНС-50	UHF	СГ	Есть	Есть	<b>50 Вт</b>	20000			IP-67
ТАКТИК ТРАНС-35 (SFR)	UHF	СГ	Только на ретрансляцию	Есть	<b>30 Вт</b>	12000			IP-67
ТАКТИК ТРАНС-12	UHF	СГ	Есть	Есть	<b>12 Вт</b>	20000			IP-67
ТАКТИК ТРАНС-5	UHF	СГ	Есть	Есть	5 Вт	2800			IP-67
<b>Новые РСТ находящиеся в производстве</b>									
КОМБАТ 999 САУРОН	<b>U+V</b>	СГ	Есть	Есть	<b>30 Вт</b>	12000	Да	Моторола	IP-67
КОМБАТ 888 ПРО	UHF	СГ	Есть	Делаем	<b>12 Вт</b>	3350	Да	Моторола	IP-67
КОМБАТ 800 ПРО	UHF	СГ	Есть	Делаем	<b>12 Вт</b>	3350	Да	Моторола	IP-67
<b>Старые РСТ 2023 в "Зеленом" корпусе</b>									
ТАКТИК 900 КЕЙС	<b>U+V</b>	СГ	Есть	Есть	<b>40 Вт</b>	18000	USB	Свой	IP-67
ТАКТИК 777 ПРО С6	UHF	СГ	Есть	Есть	<b>9 Вт</b>	3350	USB	Кенвуд	IP-67
ТАКТИК 777 ПРО С5	UHF	СГ	Нет	Есть	<b>9 Вт</b>	3350	USB	Кенвуд	IP-67
ТАКТИК 770 ПЛЮС	<b>U+V</b>	ПП	Есть	Есть	<b>9 Вт</b>	3350	USB	Кенвуд	IP-67
ТАКТИК 600 ПРО	UHF	Супер	Есть	Нет	<b>12 Вт</b>	3000	USB	Кенвуд	Нет
<b>Старые РСТ 2022 в "Черном" корпусе</b>									
ТАКТИК 440 КЕЙС	<b>U+V</b>	СГ	Есть	Есть	<b>40 Вт</b>	2800	USB	Свой	IP-67
ТАКТИК 44 ПРО	UHF	СГ	Нет	Есть	<b>8 Вт</b>	2800	USB	Кенвуд	IP-67
ТАКТИК 44 ПЛЮС	UHF	ПП	Есть	Есть	5 Вт	2800	USB	Кенвуд	IP-67
<b>Другие РСТ с использованием супергетеродинной (СГ) схемы приемника</b>									
АРУТ А73	UHF	СГ	Есть	Нет	5 Вт	2200	Нет	Кенвуд	Нет
CALLTA 500	UHF	СГ	Есть	Нет	5 Вт	3000	Нет	Свой	IP-67
CALLTA 600	UHF	СГ	Есть	Нет	5 Вт	3000	Нет	Свой	IP-67
HYTERA 785	UHF	СГ	Есть	Нет	5 Вт	2400	Нет	Свой	IP-67
Motorola DP4400	UHF	СГ	Есть	Нет	4 Вт	2400	Нет	Моторола	Нет
Motorola DP4400/4801	UHF	СГ	Есть	Нет	4 Вт	2400	Нет	Моторола	Нет
KIRISUN 990	UHF	СГ	Есть	Нет	5 Вт	2200	Нет	Свой	IP-67
ТУТ-619	UHF	СГ	Есть	Нет	<b>10 Вт</b>	3000	USB	Кенвуд	Нет
<b>Другие РСТ с приемником реализованным по схеме с прямым преобразованием (RDA/РДА)</b>									
Anytone 878UV	<b>U+V</b>	ПП	Есть	Нет	7 Вт	3000	USB	Кенвуд	Нет
Belfone LIRA	UHF	ПП	Есть	Нет	5 Вт	2000	Нет	Свой	Нет
Cryptone 35	UHF	ПП	Есть	Нет	4 Вт	2800	Нет	Кенвуд	Нет
Cryptone 200 Repeater	<b>U+V</b>	ПП	Есть	Нет	5 Вт	2800	Нет	Кенвуд	Нет
Cryptone 4, 5	UHF	ПП	Есть	Нет	5 Вт	2600	Нет	Свой	IP-67
Cryptone 900, 980	UHF	ПП	Есть	Нет	5 Вт	2600	Нет	Свой	IP-67
Cryptone 310	UHF	ПП	Есть	Нет	5 Вт	2200	Нет	Свой	Нет
Cryptone 1901 USB	UHF	ПП	Есть	Нет	5 Вт	2200	USB	Кенвуд	Нет
Cryptone 1801	<b>U+V</b>	ПП	Есть	Нет	5 Вт	2200	USB	Кенвуд	Нет
ТУТ MD-380UV	<b>U+V</b>	ПП	Есть	Нет	5 Вт	2200	Нет	Кенвуд	Нет

Примечания к таблице: СГ/ПП – супергетеродин/прямое преобразование; прд – передатчик; RDA/РДА – элемент приемника РСТ, работающий по принципу прямого преобразования.

В состав программного обеспечения ноутбука связиста должен входить генератор случайных чисел (далее – ГСЧ). Работа ГСЧ не должна требовать подключения к сети Интернет с высокой вероятностью гарантировать отсутствие повторяемости сгенерированных ключей. Это обеспечит отсутствие одинаковых ключей на любом, максимально длительном промежутке времени.

Статистическая случайность ключей, полученных Генератором псевдослучайных чисел (далее – ГПСЧ) Комбат, проверена с помощью тестов для оценки случайности последовательности чисел американского института по стандартам NIST.

При каждом следующем нажатии на клавишу «Генерация», ГПСЧ Комбат выдает набор из заданного количества ключей нужной длины. Для РСТ с 16-ю переключаемыми каналами ГПСЧ Комбат может выполнить генерацию сразу 16-ти ключей.

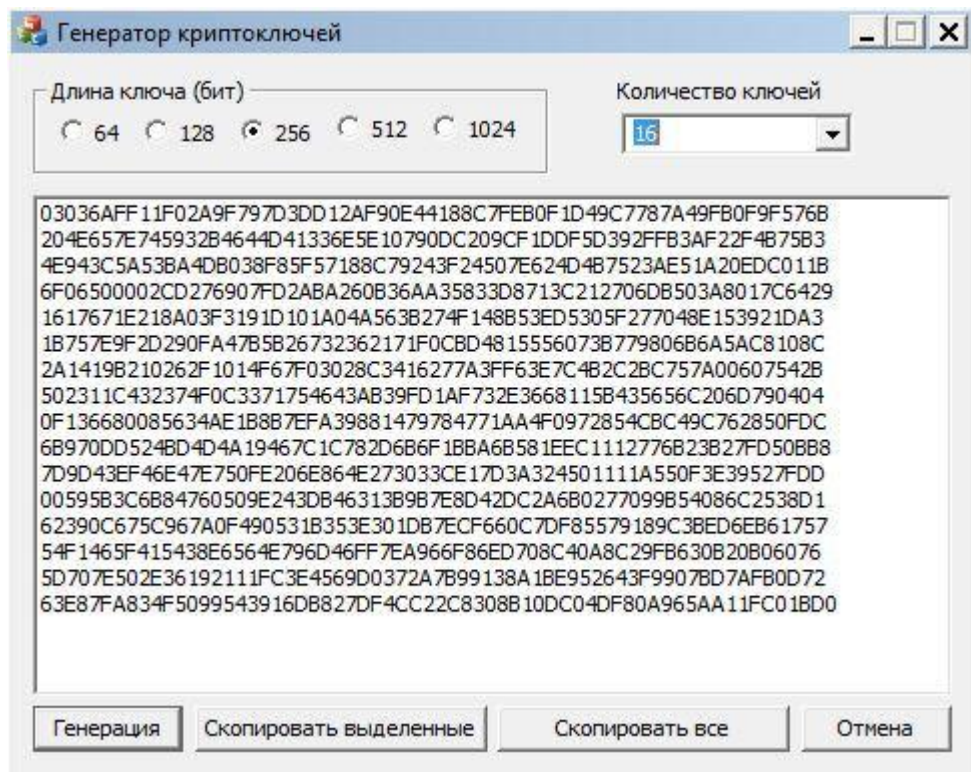


Рис.48 – Окно Off-line программы-генератора псевдослучайных чисел, имеющих криптографическую стойкость (программа разработана специалистами компании Комбат)

Скопировав ключи из ГПСЧ в соответствующее поле для ввода ключей ЦПС, вы подготовите РСТ к работе в режиме шифрования.

В радиостанции стандарта DMR можно создать один или несколько логических каналов, функционирующих в аналоговом режиме. Например, чтобы обеспечить «связь взаимодействия» с подразделением, использующим аналоговые радиостанции. Частоты

для конфигурирования такого канала нужно узнать у пользователя аналоговой радиостанции.

**ВАЖНО!** Аналоговая связь (аналоговый режим DMR радиостанции) НЕ ЗАЩИЩЕН от прослушивания противником! В аналоговом режиме шифрование не работает.

## 4.2 Уровни DMR сети

Существует три уровня организации радиосетей в стандарте DMR: Tier1, Tier2, Tier3 (с англ. Tier это «ярус»).



Рисунок 51 – Условная классификация DMR-Tier

с увеличением сложности сервисов

Необходимо заметить, что различные производители по-разному трактуют свойства уровней. Далее представлено видение от авторов настоящего документа.

### **4.2.1 Уровень Tier 1**

Уровень Tier 1 – это радиосеть схожая с радиосетью из аналоговых радиостанций. Т.е. чтобы быть в сети нужно всем абонентам иметь общие настройки частоты приема и передачи. При использовании индивидуальных ID можно разбить сеть на сегменты (группы) и организовать групповые вызовы для участников группы, а также персональные вызовы между РСТ. Шифрование присутствует. Использование ретрансляторов не предусмотрено.

Режим функционирования радиосети уровня Tier 1 также называют DMO – Direct Mode Operation (*с англ. прямой режим работы*). Русскоязычные пользователи называют режим DMO «прямой канал» или «с руки на руку». В режиме DMO, частоты приема (RX) и передачи (TX), устанавливаемые на взаимодействующих радиостанциях, совпадают.

В таком режиме каждая РСТ способна обмениваться информацией только с теми радиостанциями, которые находятся в зоне радиовидимости.



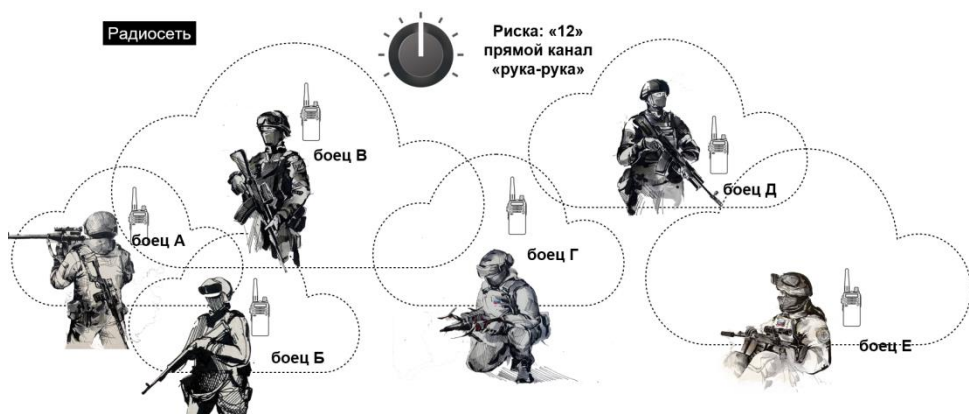


Рисунок 52 – Иллюстрация зон устойчивой радиосвязи при использовании конфигурации «прямой канал»

На рисунке выше видно, что абоненты слышат только ближайших соседей. Их зона радиопокрытия (пунктирная граница на рисунке) определена наличием естественных и искусственных преград для распространения радиоволн, а также расстоянием между ними.

Основная сложность заключается в том, что сообщение, переданное в эфир абонентом «Е», корреспондент «А» может не услышать. При этом некоторые члены группы, услышавшие сообщение будут уверены, что оно дошло до всех абонентов в отряде.

Поэтому, дисциплина радиопереговоров требует обязательного обращения к корреспонденту, и подтверждение абонента о приеме сообщения. Если члены группы, работающей в прямом канале, слышат тщетные попытки абонента «Е» вызвать «А», они должны выступить живым «повторителем» сообщения, убедившись, что «А» их слышит. В том случае если «А» не слышит своего корреспондента нужно организовать живую цепочку передачи сообщения и обратную

цепочку передачи подтверждения от «А» до «Е» с подтверждением о приеме сообщения (приказа).

**ВАЖНО!** Связь между всеми членами группы может быть нестабильной, в зависимости от дистанции между абонентами и наличия искусственных и естественных преград для распространения радиоволн.

### **4.2.2 Уровень Tier 2**

Уровень Tier 2 – это радиосеть, где используется не только режим прямой канал, но и радиоудлинители (DMR base 2) и/или ретрансляторы (DMR1/2 retr).

Для соответствия уровню Tier 2 в радиосеть добавляется радиостанция – DMR base 2 и/или DMR1/2 retr, а в пользовательских РСТ создается логический канал со специальной конфигурацией. Логический канал обеспечивает обмен данными через ретранслятор. В радиостанция Anytone такой канал будет иметь на экране метку **R**.

Минусом Tier 2 является конфигурация сети с центральной точкой отказа. При выходе из строя ретранслятора (Рис.22 – Использование двух частот устройствами типа DMR retr) связь в рамках этой конфигурации (на канале связи) пропадает для всех абонентов. Для возобновления связи пользователям необходимо переключаться на резервный логический канал – конфигурацию радиосети без ретранслятора (прямой канал, см. выше).

**ВАЖНО!** всегда необходим резервный логический канал, запрограммированный на всех станциях. Необходимо обучение пользователей, что делать при пропадании связи в канале типа Rep.

Несколько иначе выглядит выход из строя одночастотного репитера (DMR base 2). В случае отказа текущая радиосеть остается, но превращается в ДМО (прямой канал, см. выше), с соответствующими ограничениями, для устранения которых использоваться одночастотный репитер (Рис.20 – Использование режима DMR SFR для увеличения дальности связи в прямом канале).

Особенностью применения одночастотного репитера (DMR base 2) является то, что такая РСТ в режиме SFR передает в эфир сообщение используя ID РСТ отправителя (станции-передатчика «бойца Б»). ID РСТ DMR base 2 (одночастотного репитера) в радиосети не задействуется. Это приводит к тому, что РСТ получателя («бойца А») «выберет» сигнал от станции, находящейся ближе. На иллюстрации ниже это РСТ «бойца Б». В ситуации, когда репитер окажется дальше от получателя, чем передающая РСТ, сообщение SFR-репитера будет проигнорировано РСТ получателя.

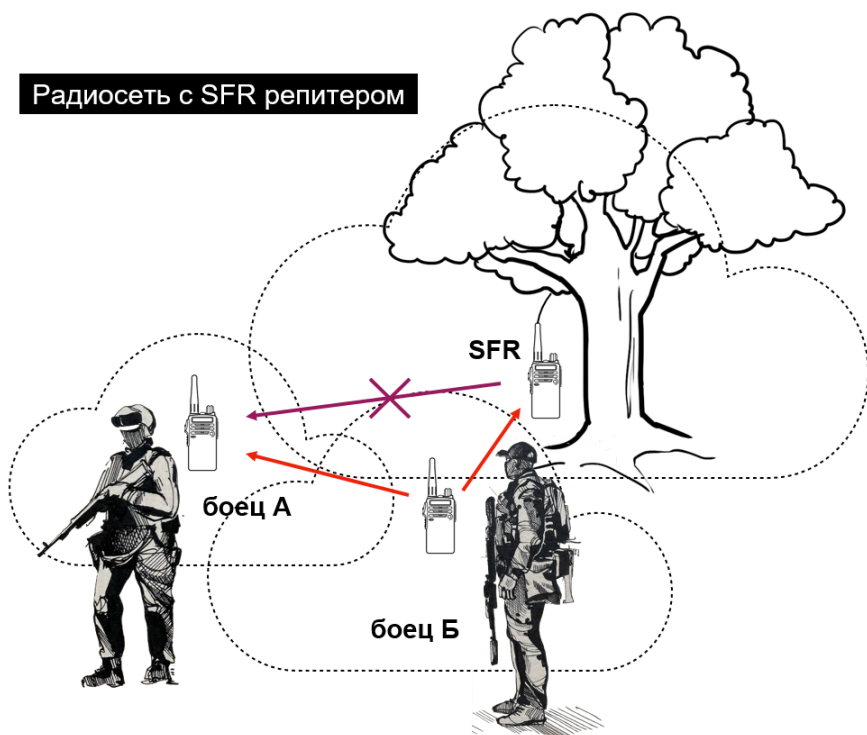


Рисунок 53 – Игнорирование сообщения SFR-репитера РСТ получателя по причине низкого уровня сигнала от репитера

На рисунке выше рассмотрена ситуация, когда одночастотный репитер получил сообщение и повторяет его в эфир, но получатель уже принял это сообщение от более сильной (ближе расположенной) портативной радиостанции. «Эхо» репитера «боец А» не услышит.

**ВАЖНО! Общее замечание по ретрансляторам.**

Функциональные возможности ретрансляторов различных производителей могут заметно отличаться. Устройства

профессионального класса производятся компаниями Motorola (MOTOTRBO) и Hytera.

Продукцию прочих производителей необходимо оценивать индивидуально. Лучше всего приобретать такие устройства у поставщиков/представителей на территории РФ, которые могут предоставить максимально полную информацию о продукте, а также оказать техническую поддержку.

Еще раз напоминаем, что компания Комбат просит своих клиентов грамотно подходить к планированию радиосетей и учитывать особенности различных моделей (классов) ретрансляторов, а также особенности применения одночастотных репитеров.

### **4.2.3 Уровень Tier 3**

Уровень Tier 3 – это радиосеть/система транкинговой связи. (Trunk с англ. магистраль, Trunking - *каналообразование*). То есть это сеть из ретрансляторов и их зон обслуживания (site или сайтов) объединенная магистральными каналами связи.

Обязательным условием Tier 3 является объединение сегментов сети, базовых станций через IP-сети (Ethernet-сети). В рамках Tier 3 возможна коммутация (взаимное соединение) радиосетей с разных видов технологических стандартов. Это могут быть сети IP-телефонии, GSM-сети (сети подвижной радиотелефонной связи), телефонные сети связи общего пользования. Т.е. сигнал от радиостанции может быть получен абонентом, использующим сотовый телефон IP-телефон или даже домашний телефон, если они где-то остались.

Построение таких сетей требует серьезного проектирования и применения взаимоувязанной сети передачи данных (через IP-сети/Ethernet-сети). Противник для построения подобных сетей

использует спутниковые каналы Starlink и другие спутниковые сети связи.

На уровне Tier 3 также возможно соединение различных радиосетей, в т.ч. радиосетей, построенных на совершенно разных стандартах (протоколах) связи. Это достигается использованием технологий TCP/IP-протокола. Технологии TCP/IP реализуются в ретрансляторах и специальных голосовых-шлюзах (адаптерах). Например, возможно объединение радиосети на PCT Азарт с радиосетью на PCT стандарта DMR через голосовые шлюзы.

В условиях СВО построение сети уровня Tier 3 требует большого количества узлов связи и постоянного централизованного управления «лицензиями» (цифровыми разрешениями, прошитыми в PCT). Однако, существуют другие решения, которые могут предложить практически те же возможности что и Tier 3 – это гибридные радиосети.

#### ***4.2.4 Гибридные /конвергентные сети связи***

Конвергентность это сходимость, объединение. Гибридность это неоднородность составных частей. В базовом состоянии DMR-сеть однородна. В ней применяется оборудование стандарта DMR.

Но при объединении сети DMR с сетями связи общего пользования или ведомственными сетями, а также радиосетями других стандартов будет образована гибридная сеть. Например, можно объединить сеть DMR с сетью Tetra, Азарт и другими.

Для пользователя должна возникнуть единая точка получения услуги. Т.е. произойдет «конвергенция услуг связи».

Технические средства для построения подобных сетей описаны в разделе 2.6 Шлюзы для передачи голоса по сети Ethernet и интеграция радиосетей с сетями связи общего пользования

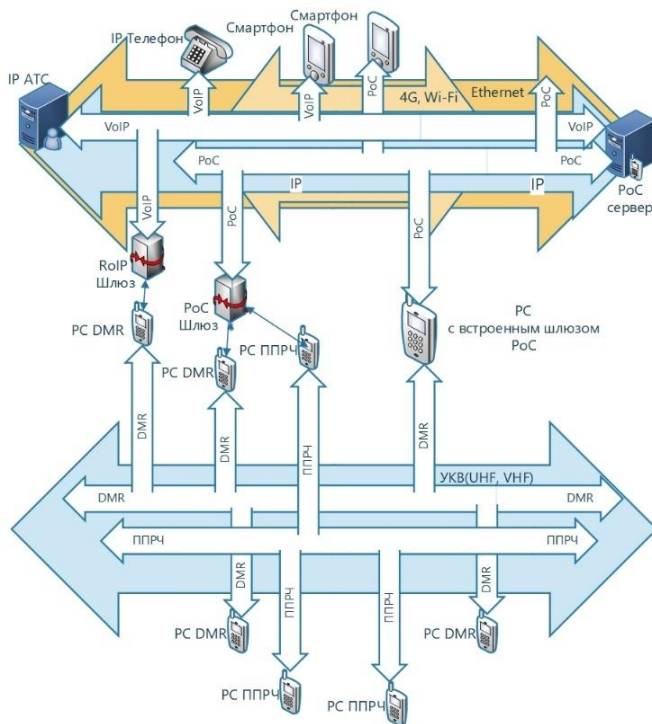


Рисунок 54 – Обзорная иллюстрация гибридной системы связи

Рассмотрим подробнее набор средств построения гибридных решений «Combat Commander», представленный широкой линейкой оборудования.

Комплекс связи «Combat Commander» основан на технологии Push-to-Talk Over Cellular. «Combat Commander» обеспечивает организацию связи с использованием сети сотовых операторов или беспроводных сетей доступа к сетям Интернет (см. рис. 52). В системе

поддерживается непрерывное полудуплексное активное соединение внутри и между группами пользователей. «Combat Commander» является функционально гибким и наиболее быстрым решением организации сетей связи, охватывающих большие территории, при котором не требуется дополнительных вложений для создания и развёртывания опорной сети связи.

«Combat Commander» представляет собой компактный PoC-сервер под управлением ОС Linux. MiniServer Pocstar Talk «COMBAT COMMANDER» C200 обеспечивает совместную работу от 50 до 200 пользователей.

Абонент, зарегистрированный на сервере «Combat Commander», может вызвать группу или осуществить индивидуальный вызов. После нажатия кнопки РТТ, под управлением сервера формируется виртуальный канал связи абонента с сервером, голос абонента оцифровывается на абонентском устройстве (шлюзом или PoC-терминалом) при помощи кодека. После чего согласно указанного для данного вызова сценария происходит соединение с группой абонентов или индивидуальный вызов необходимого абонента.

Используется возможность обмена голосовыми данными через мобильную сеть GSM или Wi-Fi-сети.

Важное замечание по безопасности: трафик «Combat Commander» шифруется техническими средствами операторов GSM/LTE-связи, но не может считаться абсолютно безопасным.





*Рисунок 55 – Мини-сервер С-200 (слева) и Combat Tactic Roip*

Шлюзы Combat Tactic Roip – это решение для присоединения к PoC-системе сетей профессиональной связи DMR, TETRA либо аналоговых сетей.

Комплекс Combat Starnet Roip 7700 включает в своей состав радио- и PoC-терминал, анализатор спектра, PoC-шлюз и аналоговую PCT. Схожий состав у комплекса Combat Starnet.



Рисунок 56 – *Combat Starnet Roip 7700* (слева) и *Combat Starnet*

Развертывание подобных комплексов целесообразно в тылу, вдоль коммуникационных путей, в госпиталях, но только не на ЛБС.

Таким образом, используя PoC-систему и сети связи общего пользования можно построить глобальную систему DMR-связи. С любого терминал зарегистрированного на PoC-сервере можно будет соединиться с любой РСТ подключенной к PoC-шлюзу. И сделать это можно будет из любой точки мира. Без преувеличения.



*Рисунок 57 - Combat Starnet с VSAT-терминалом (комплектация Combat Starnet Sky) для подключения к сетям общего пользования (Интернет)*

Гибридные сети являются сложными системами, для разработки грамотного решения, свяжитесь со специалистами!

### **4.3 Юридические аспекты**

Гражданское применение средств радиосвязи регламентируется Федеральным законом от 07.07.2003 N 126-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «О связи» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2023).

Что необходимо помнить: использование диапазона LPD и PMR (входят в диапазон UHF) безлицензионное. Остальные частоты UHF и весь диапазон VHF могут использоваться только радиолюбителями,

получившими позывной, либо организациями, имеющими соответствующие лицензии.

Во время особого периода, в зоне проведения СВО все эти ограничения отсутствуют. После окончания СВО и вне зоны СВО, для продолжения использования средств радиосвязи, необходимо получить соответствующие разрешения государственных органов.

Замечание по лицензированию средств шифрования.

Радиостанции Motorola, Hytera, Caltta, Excera, Kirisun, ZTE, Kenwood и некоторые другие требуют наличия платной лицензии поставщика на использование алгоритма шифрования AES. Возможно, не все поставляемые экземпляры имеют такую лицензию, поэтому наличие РСТ Motorola и др. еще не означает автоматически наличие стойкого шифрования.

Гибридные сети.

ПАК «Combat Commander»® может применяться в сети общего пользования России в качестве независимой учрежденческо-производственной автоматической станции голосовой связи. Подключение ПАК «Combat Commander»® к опорной АТС осуществляется по сети IP, как по внутренней сети предприятия (через WI-FI сети). Возможно подключение через сети GSM. Взаимодействие между узлами ПАК «Combat Commander»® и терминалами (абонентскими устройствами), функционирующими в составе ведомственной сети связи, осуществляется с применением протоколов TCP/IP.

## 5 Распространение радиоволн VHF и UHF диапазонов

С помощью формулы из раздела 2.8 Антенны и антенный кабель вы можете посчитать, что длина волны в диапазоне частот VHF составляет 2 метра, а длина волны UHF – 0,7 метра. Это округленные значения, для частот, взятых из середины диапазонов (155 и 456 МГц).

Как мы объясняли в разделе 2.8, размер антенны напрямую связан с длиной волны<sup>8</sup>.

Длина волны определяет не только физические размеры антенны. Радиоволны разных диапазонов обладают разными физическими свойствами при распространении в атмосфере и при взаимодействии с различными препятствиями. В целом в обоих диапазонах VHF/UHF порождаемая радиостанцией волна, называется «поверхностной» или «земной». Т.е. распространяется над поверхностью земли (воды) в нижних слоях атмосферы и огибает поверхность земли за счет явления дифракции (огибания). Еще бывает тропосферное, ионосферное распространение.

Поверхностная волна (далее – ПВ) может порождаться низкорасположенными антеннами или высокоподнятыми антеннами (расположенными на мачтах или зданиях).

Распространение поверхностных радиоволн имеет свои особенности. Например, с ростом частоты у ПВ уменьшается способность огибать препятствия, и большее количество энергии радиоволны поглощается землей (поверхностью). Но также с ростом частоты, волна получает и новое свойство – возможность рефракции (отражения).

---

<sup>8</sup> Например, у несимметричной (штыревой) антенны размер антенного элемента имеет длину  $\lambda/2$  ( $\lambda$  – длина волны). А один элемент симметричной антенны может иметь размер  $\lambda/4$ . И тогда  $\lambda/2$  – это будет полный размер антенны.

Способность к рефракции (отражению) обеспечивает волне так называемое многолучевое распространение. Отражаясь, а не поглощаясь при столкновении с препятствием, волна от РСТ оператора может, хоть и сильно ослабленной, но дойти до корреспондента.

На основании изложенной выше теории мы можем сделать следующие выводы:

Радиоволны VHF-диапазона способны огибать препятствия соизмеримые с их длиной (2 м), например небольшие кустарники, невысокие холмы.

Радиоволны VHF-диапазона слабо отражаются от препятствий. При использовании портативной РСТ VHF-диапазона внутри транспортного средства испускаемые радиоволны будут скорее затухать внутри автомобиля, т.к. размер неэкранированной поверхности (окна) менее  $\lambda/2$  (2/2 м). Такой же эффект может наблюдаться при попытке выйти на связь из помещения в железобетонном здании с маленькими окнами.

Значительным потенциалом к огибанию обладают радиоволны с длиной 5-15 метров (60-20 МГц). Там дальность связи могла быть 20 и более километров на сложно пересеченной местности.

Радиоволны UHF-диапазона за счет многолучевого распространения обеспечивают прохождение в условиях городской застройки, проходят через проломы в стене, окна небольшого размера ( $0,7/2$  м, т.е.  $\lambda/2$ ).

Радиоволны UHF-диапазона несоизмеримы даже с высотой небольших деревьев, что ведет к более быстрому затуханию при условии, что корреспонденты разделены лесополосой.

**Универсального решения не существует**, но, поскольку, эффективность UHF в поле можно повысить мощностью передатчика РСТ или высотой подъема антенн, то недостатки VHF в городе никак не убрать. Считаем, что более универсальным является диапазон UHF: 400-512 МГц.

Немаловажным аргументом является и то, что размер эффективной антенны UHF это примерно 35 см, а для VHF – это уже около 1 метра. Очевидно, что укорочение полотна антенны VHF диапазона до размеров удобного использования – снизит эффективность антенны и соответственно – дальность связи («самый главный усилитель в радиоприемнике, это антенна»).

**ВАЖНО!** Наиболее важные радиосети (радионаправления) вашей системы связи должны иметь возможность дублирования, т.е. иметь логические каналы в обоих диапазонах. В случае применения противником РЭБ один из диапазонов (VHF/UHF) может быть полностью заблокирован помехой. Маневр каналами на двухдиапазонной РСТ позволит восстановить связь. При этом базовые станции и РТР способные работать в обоих диапазонах должны иметь двухдиапазонные антенны!

## **6 Оборудование, Поставщики, Инфраструктура, Аксессуары**

На основании сведений из раздела 2 Основные типы радиостанций стандарта DMR вы определили свои потребности и начали планировать закупку оборудования.

В ходе поиска оборудования обязательно контролируйте совместимость приобретаемого оборудования. Оборудование должно позволить объединить все радиостанции в единую систему.

Если необходимо приобрести редкие/специальные устройства **ОБЯЗАТЕЛЬНО** уточните у поставщика совместимость таких РСТ в режиме шифрования с вашей основной моделью РСТ.

Если в подразделении уже есть РСТ, необходимо принять решение о покупке таких же радиостанций или выбрать новую марку/модель. При переходе на новую модель, например несовместимую по шифрованию с имеющейся (переход с шифрования AES-128 на AES-256), старые РСТ объединяются в отдельную сеть (сети).

Если приобретается большое количество портативных РСТ (и аксессуаров к ним), а также ретрансляторы, то выбор более бюджетных моделей позволит приобрести больше аксессуаров: пауэрбанки, дополнительные аккумуляторы, чехлы/подсумки под РСТ, гарнитур, тангенты с громкоговорителем, наушники с гарнитурой и кнопкой РТТ, антенны.

Приобретайте радиостанции основного выбранного диапазона (например, UHF) с учетом запаса на организацию связи со смежниками. Существует практика передачи одной РСТ, настроенной для работы в вашей радиосети с комплектом для зарядки ее батареей соседям (взаимодействующим подразделениям).



*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

Также приобретайте радиостанции альтернативного диапазона, например VHF. Или используйте для связи взаимодействия несколько двухдиапазонных РСТ.

Также рассмотрите возможность приобретения:

- Портативных РСТ, построенных на «супергетеродинной схеме» и обладающих лучшими показателями по практической дальности/помехоустойчивости.
- Базовых радиостанций с повышенной дальностью/помехоустойчивостью.
- Носимых (мобильных) ретрансляторов и/или SFR-репитеров.
- Стационарных (базовых) ретрансляторов.

На рынке, в основном, представлены марки китайских заводов, в т.ч. под российскими брендами. Это нормальная ситуация. Не гонитесь за «брендом» без серьезной необходимости – зато внимательно выбирайте радиостанцию по ее характеристикам.

Основными отличиями РСТ, представленных на рынке, являются:

1. Наличие/отсутствие шифрования (см. раздел 4.1 Совместимость DMR радиостанций разных производителей) стандарта AES-256 OFB (output feedback) с уникальным для каждого сеанса связи IV (initialization vector – вектором инициализации).

Перед закупкой крупной партии, как минимум, проверьте контрольный экземпляр на совместимость с той моделью РСТ, которая является для вашего подразделения основной. Обратите внимание, что для РСТ Hytera, Motorola, Kirisan требуется докупка дорогостоящих лицензий на шифрование на каждый экземпляр РСТ! Кроме того, Hytera, Motorola и некоторые другие

производители радиостанций, напрямую для России лицензии на шифрование не продают. Есть проблемы с приобретением лицензий через третьи страны, если радиостанции продавались для Российского рынка (официальные поставки).

## 2. Схемотехника (конструктив) приемного и передающего тракта.

Приемники на супергетеродине (не RDA модуль) обладают более высокой избирательностью (чувствительностью), а самое главное – высокой помехоустойчивостью. Наличие супергетеродина позволяет РСТ лучше работать в условиях преднамеренных помех.

## 3. Возможность русификации станции (русская прошивка) и ЦПС.

Русификация облегчает работу военнослужащих и снижает количество ошибок, приводящих к неработоспособности РСТ.

## 4. Стоимость и доступность аксессуаров.

Высокая стоимость аксессуаров присуща именитым брендам. Как следствие совокупная стоимость решения заметно выше, чем прямое сравнение цены самой РСТ. Обращайте внимание на комплектацию РСТ.

Универсальность способа зарядки аккумуляторной батареи (далее – АКБ). Например, наличие разъема USB-C на АКБ позволяет использовать повербанк для экстренной подзарядки устройства в период интенсивных боевых действий.

**Вывод.** Универсальных решений, способных обеспечить воинское формирование связью в любых условиях, в любом окружении не существует. В первую очередь надо решать базовые задачи по организации связи: отказоустойчивость, защищенность, связь на предельных дальностях (обеспечить устойчивость, непрерывность, оперативность, скрытность управления). При появлении новых или ситуативных задач необходимо разработать

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

отдельную/дополнительную/резервную схему связи и спланировать закупку оборудования.

## **7 Комплекс технических и организационных мероприятий необходимый подразделению при внедрении DMR-сети**

Для организации связи в стандарте DMR подразделению необходимо выполнить комплекс технических и организационных мероприятий.

К техническим мероприятиям относятся вопросы приобретения различного оборудования (оборудования связи и вспомогательного оборудования). К организационным относится обучение, планирование системы связи и прочих документов по связи, «кадровый отбор» и выделение людей для поддержания работоспособности системы связи, планирование дежурства специалистами по связи и другие.

В рамках «технических мероприятий» рекомендуется обеспечить приобретение следующих видов оборудования:

1. Компьютерное оборудование;
2. Автономные источники электропитания и электрооборудование;
3. Антенно-фидерные устройства;
4. Средства измерения и инструменты;
5. Аксессуары для радиостанций.

В рамках организационных мероприятий важнейшим из них является

6. Обучение личного состава подразделения.

### **7.1 Компьютерное оборудование**

К компьютерному оборудованию относится:

- Ноутбук (компьютер) связиста (*см. раздел 1.4.1 Ноутбук (компьютер) связиста*);

- Принтер;
- SSD-накопители (внешние жесткие диски);
- Flash-накопители (флешки).

Высокая производительность компьютера для работы ЦПС не требуется. Подойдет любой компьютер с процессором i3/i5 и ОЗУ 4Гб. Конечно, для использования в полевых условиях желательно приобретать ноутбук, имеющий защиту от внешних погодных условий. Используйте ОС Windows, совместимую с программным обеспечением производителя оборудования. Рекомендуем ОС Windows 10.

Принтер необходим для ведения журналов учета средств связи, печати переговорных таблиц и таблиц позывных. Принтер используется для печати мини-инструкций и памяток для личного состава.

SSD-накопитель необходим для резервирования информации. Рекомендуемый объем от одного до трех размером жёсткого диска ноутбука. Желательно применять и для хранения резервных копий (образов) системы.

Flash-накопители необходимы для резервного хранения комплекта актуальных для вас программ. Также Flash-накопители пригождаются для обмена/передачи информации между подразделениями, от волонтеров и так далее. Рекомендуем не менее трех (3) штук объем от 64 Gb и максимально большое количество «флешек» любого объема для передачи в подразделения конфигураций и ключей. Эти файлы занимают мало, но учитывая важность частой смены ключей их нужно много.

## **7.2 Источники электропитания и электрооборудование**

В подразделении вам будут полезны следующие источники электроэнергии:

- Мобильный генератор;
- Портативная зарядная станция;
- Многоместное зарядное устройство для АКБ РСТ;
- Зарядное автоматическое устройство для зарядки автомобильных аккумуляторов;
- Автомобильные АКБ;
- АКБ для портативных РСТ;
- Power Bank (пауэрбанк);
- Автоматические выключатели;
- Силовые кабели;
- Разветвитель электрический (сетевой фильтр);
- Запасные части и расходные материалы.

В идеальной ситуации в подразделении должны быть два (2) мобильных генератора. Один дизельный и один бензиновый.

Портативная зарядная станция – это, обычно, и пауэрбанк, и пусковое устройство для автомобиля. Емкость аккумулятора такого устройства 60 000 мАч. Зарядная станция (далее – ЗС) поможет зарядить ваши РСТ в полевых условиях. Возможна подзарядка ноутбука. Через разъем прикуривателя мощностью 150 Вт к ЗС можно подключить автомобильную РСТ. Существуют ЗС имеющие в комплекте автомобильный инвертор 12/220В. Это делает ЗС универсальным и незаменимым устройством. Рекомендуем приобрести не менее одной (1) ЗС на каждые 20 РСТ.

Многоместное зарядное устройство (кейс) для АКБ РСТ рекомендуется приобретать из расчета не менее одного (1) кейса на

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

каждые 50 РСТ. Обычно такие кейсы обеспечивают зарядку 10-20 АКБ снятых с РСТ. Кейс подключается к сети 220В.



*Рисунок 58 – Многоместное зарядное устройство КОМБАТ МЗУ-12 (мобильный кейс) для зарядки 12 РСТ*

Автомобильные АКБ и зарядное автоматическое устройство для зарядки автомобильных аккумуляторов 12В используются для обеспечения бесперебойного электропитания ретрансляторов не имеющих встроенных аккумуляторов. Приобретаются в зависимости от количества используемых ретрансляторов. При расстоянии между

ретрансляторами до 30 километров, указанное оборудование должно, конечно, находиться в подразделении, находящемся вблизи ретранслятора. АКБ приобретается из расчета две (2) АКБ на один ретранслятор.

Подменные аккумуляторы для РСТ приобретаются в количестве не менее 1,5 штуки на одну РСТ. Если в комплекте поставки РСТ идут обычные аккумуляторы (2000 мАч), то в качестве подменных целесообразно приобрести аккумуляторы повышенной емкости (3500 мАч).

Внешний аккумулятор (пауэрбанк) с функцией быстрой зарядки значительно увеличивает время автономной работы портативных РСТ укомплектованных АКБ имеющими разъем Type-C. Наряду с запасными АКБ для РСТ пауэрбанк является эффективным средством повышения мобильности оператора.

Автоматические выключатели (далее – АВ) необходимы для сборки электрического щита. Использование АВ в системе электропитания позволит защитить дорогостоящее оборудование от выхода из строя, или в случае УЗО автоматов (дифференциальных автоматов) защитить пользователя от поражения электрическим током.



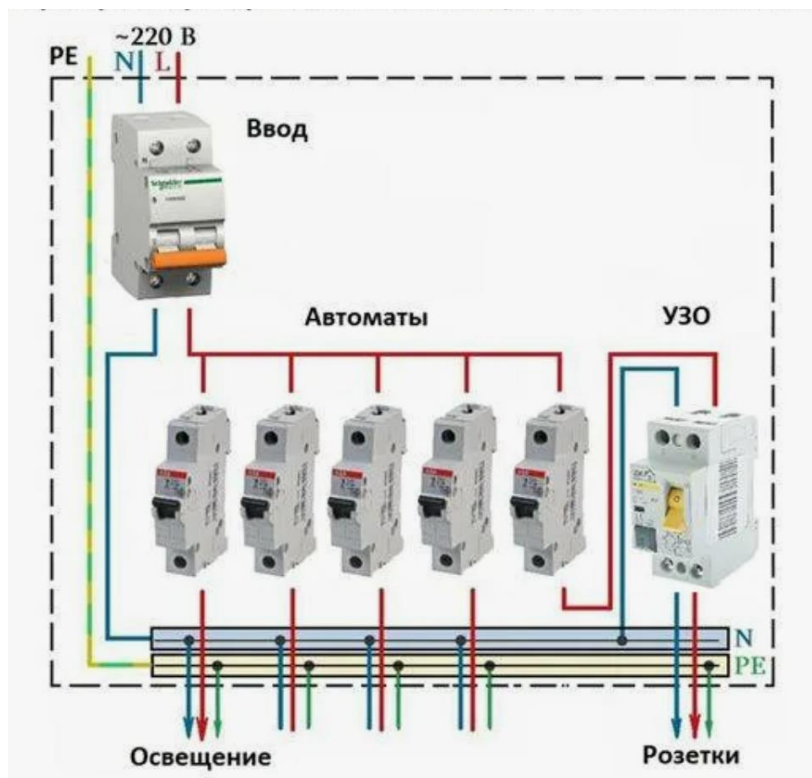


Рисунок 59 – Схема простого щита с вводным автоматом, автоматом защиты и автоматами для пяти (5) групп потребителей («освещение/розетки»)

Силовой кабель – это кабель, который используется для соединения генератора и электрического щита. Сечение кабеля должно соответствовать токовой нагрузке на генератор. Например при подключении потребителей энергии мощностью 7 кВт и напряжением 220В нужно выбрать провод с сечением безопасным для тока 31,8 А (7

000/220) Требуется<sup>9</sup> кабель сечением не менее 6 мм<sup>2</sup>. Также для безопасной работы системы необходимо установить вводной автомат на 32 А. Данные для расчетов мощности, тока и сечения кабелей и проводов приведены в ПУЭ (Правила устройства электроустановок).

Разветвитель электрический (сетевой фильтр, «удлинитель») приобретает емкость пять (5) или более розеток. Рекомендуем приобретать не менее трех (3) шт. на один генератор. Предпочтение нужно отдавать разветвителям с автоматическим выключателем.

К запасным частям и расходным материалам относятся: розетки, вилки, запасной электропровод, запасные клеммы для подключения к автомобильным аккумуляторам, силовые розетки для наружного использования, запасные автоматы и прочее электрооборудование. Не пренебрегайте созданием запаса наиболее нужных материалов.

### **7.3 Антенно-фидерные устройства**

Антенно-фидерные устройства (далее – АФУ) — это совокупность таких элементов как антенна, коаксиальный кабель и разъёмные соединения (*см. раздел 2.8 Антенны и антенный кабель*). Для описания комплекта из различных антенн, опор (мачт), антенных кабелей, защитных и согласующих устройств также используется термин «антенное вооружение».

Антенное вооружение ретранслятора может включать в себя мачту, направленную антенну, антенну с круговой диаграммой направленности, кабель (фидер) длиной 10 метров, кабель длиной 30 метров, кронштейны, зажимы, винты и т.п.

---

<sup>9</sup> В расчете применялись данные таблиц ПУЭ

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

Антенное вооружение портативной РСТ может включать в себя длинную антенну, укороченную антенну, автомобильную антенну на магнитном основании с кабелем, антенный вынос с J-антенной и кабелем длиной 10 метров, направленную антенну с углепластиковой мачтой и кабелем.

Автомобильные антенны на магнитном основании могут использоваться в качестве антенны выносов при работе портативных РСТ из блиндажей, подвалов и т.п. Для этого антенну располагают на улице установив на металлическое основание размером 40х40 см.

Для всех типов DMR оборудования применяется кабель с волновым сопротивлением 50 Ом. Применение кабеля с другим волновым сопротивлением может привести к выходу оборудования из строя или, как минимум, к снижению рабочих характеристик оборудования. Характеристики коаксиальных кабелей RG-типа приведены в разделе 2.8.3 Применение направленных антенн для УКВ радиосвязи.

Типы разъемов (PL, BNC и прочие) описаны в разделе II Монтаж разъемов на радиочастотные кабели.

Антенно-фидерные устройства приобретаются для обеспечения надежной работы ваших радиосетей. Обязательно создавайте у себя в подразделении комплекты ЗИП для АФУ.

## **7.4 Средства измерения и инструменты**

Для мелкого ремонта, диагностики и технического обслуживания средств радиосвязи и оборудования электропитания необходимо приобрести инструмент и средства измерения. Инструмент приобретается «под человека» И если компетенций нет, то покупать осциллограф бессмысленно.

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

В любом случае у ваших связистов должны быть мультиметр, антенный анализатор типа NanoVNA, различные кремперы и что-то вроде «Набор инструментов универсальный в чемодане». Очень важным дополнением к комплекту инструментов будет разборный стол и осветительные приборы.

## **7.5 Аксессуары для радиостанций**

Аксессуары к РСТ способны значительно повысить и удобство использования РСТ, и защитить РСТ увеличив их срок эксплуатации.

А аксессуарам относятся чехлы/подсумки под РСТ, гарнитуры, тангенты с громкоговорителем, наушники с гарнитурой и кнопкой РТТ, шнуры программирования, кабели и крепления для переноса антенны на лямку/спину/грудь бронежилета/плитника.



*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

*Рис.58 – Радиостанция в подсумке, кабель и крепление для переноса антенны на бронезилет/плитник (длина кабеля кратна рабочей частоте радиостанции)<sup>10</sup>*

Необходимо учитывать, что при переносе антенны портативной радиостанции на снаряжение рекомендуется использование противовеса для антенны.

Противовес антенны – это кусок провода, подключенный к «общему проводу» или экрану коаксиального кабеля. Длина противовеса составляет  $\frac{1}{4}$  от длины волны и вычисляется по формуле приведенной в разделе 2.8 Антенны и антенный кабель. Тем самым у вас получается антенна с одним противовесом, изображенная на рисунке Рисунок 36 – Пример несимметричной антенны с противовесами и размеры по отношению к длине волны ( $\lambda$ ).

---

<sup>10</sup> Взято с YouTube Канал Нерв, Связной обзор. Цикл «ТСП». Выпуск 2 «Размещение радиостанций на экипировке и снаряжении»



*Рисунок 60 – Пример установки противовеса, используемого для повышения дальности радиосвязи<sup>11</sup>*

Но, конечно, самым важным аксессуаром является кабель программирования. Вторым по важности является переходник USB/Type-C для радиостанций, которые допускают конфигурирование с использованием Смартфона.

Шнур программирования приобретается из расчета не менее одного (1) на 10 радиостанций. Шнуры должны иметься для каждого вида радиостанций в подразделении. Необходимо отдельно уточнить у поставщика подходит ли шнур от имеющейся в подразделении радиостанций для программирования приобретаемых моделей РСТ.

---

<sup>11</sup> Иллюстрация из пособия «РАДИОСВЯЗЬ НАЧАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ» разработанным под общей редакцией RX9CIM. QR код для быстрого перехода – в конце документа

## **7.6 Обучение личного состава подразделения**

Важнейшим процессом при переходе с аналоговых средств связи на средства связи стандарта DMR является обучение личного состава подразделения. При наличии опыта использования средств связи стандарта DMR в подразделении обучение будет нацелено на знакомство личного состава с новыми, ранее не эксплуатируемыми устройствами.

Соблюдайте основные принципы обучения: системность (от общего к частному), наглядность и доступность (от простого к сложному).

Основными темами занятий должны являться:

1. Безопасность радиосвязи и риски неограниченного использования радиосредств на передачу.
2. Правила радиообмена, таблицы позывных. Осуществление сеанса связи.
3. Контроль за актуальностью ключей шифрования, навыки смены ключей (логических каналов) для защиты данных.
4. Основные манипуляции с PCT.
5. ЧТО НЕЛЬЗЯ ДЕЛАТЬ с PCT (зависит от особенностей конкретной модели PCT).
6. Общая информация о схеме организации связи и месте подразделения (бойца) в схеме.
7. Переключение между зонами, вход в различные сети связи в соответствии с выполняемыми задачами (для командиров групп и подразделений).

Для проведения занятий используйте заранее заготовленные материалы. Онлайн-возможностей/доступа в сеть Интернет может и не

быть(!). Видеоматериалы должны находиться на электронных носителях (flash-картах). Документы должны быть сохранены в pdf и/или при наличии такой возможности конвертированы в fb2-файлы. Использование fb2-файлов позволит знакомиться с материалом, адаптированным под формат экрана Смартфона.

Для наглядности обучения используйте при обучении заранее сконфигурированные РСТ. Организуйте «конфигурацию-стенд» с необходимым числом каналов и ролей, в соответствии с схемой организации связи.



## **8 Контрольный лист связиста**

Пусть несколько упрощенно, но проверка готовности начальника связи (ответственного за связь) к выполнению поставленных задач может быть выполнена по следующему контрольному листу:

- ⊗ Компьютер для программирования РСТ.
- ⊗ На компьютере установлены программы для конфигурирования всех используемых РСТ.
- ⊗ USB-драйверы для подключения РСТ.
- ⊗ Комплект USB-кабелей для всех типов РСТ/ретрансляторов.
- ⊗ Эталонные примеры прошивок (кодеплагов) с заведомо рабочей конфигурацией.
- ⊗ Off-line генератор ключей.
- ⊗ Flash-накопители с программным обеспечением (хранятся ОТДЕЛЬНО).
- ⊗ Внешний SSD-диск (диски) с необходимыми материалами и программным обеспечением (хранятся ОТДЕЛЬНО).
- ⊗ Схема связи подразделения, в которой содержится следующая информация:
  - Радиосети и радионаправления с уникальными номерами.
  - Радиосети и радионаправления с указанием на метод и параметры шифрования (напр.: AES-256, ARC4-512).
  - Радиосети и радионаправления с указанием типа/модели радиосредств входящих в эти сети.
  - Объекты управления (КП, КНП, ТПУ, РОП, ВОП....) с применением буквенно-цифровых обозначений (кнп 1мсб).
- ⊗ Рабочая карта начальника связи, где указано;
  - расположения подразделений воинского формирования;

- расположение противника и его средств радиоразведки/радиоподавления;
- дальность (протяженность) интервалов связи, выполнены метки обозначающие наиболее значимые естественные и искусственные препятствия.
- ⊗ Составлена таблица позывных.
- ⊗ Составлена таблица сигналов боевого управления.
- ⊗ Составлена таблица кодовая переговорная таблица.
- ⊗ Все оборудование промаркировано уникальными номерами, двухдиапазонные антенны помечены, оборудование и антенное вооружение учтено в электронном виде.
- ⊗ Бумажный журнал выданных портативных РСТ ведется и заполнен.
- ⊗ Бумажный журнал дат смены ключей шифрования ведется и заполнен.
- ⊗ Бумажный журнал Каналов (Таблица Каналов) ведется и заполнен.
- ⊗ Бумажный журнал (список) оборудования базовых станций и ретрансляторов ведется и заполнен.
- ⊗ Есть перманентный маркер (белый, черный) для маркирования оборудования внутренними учетными номерами и маркирования двухдиапазонных антенн.

**ВАЖНО!** Старайтесь, чтобы у заместителей начальника связи (ответственного за связь) были актуальные копии бумажных журналов.

## **8.1 Чек-лист командира подразделения**

***Связист! Распечатай и дай прочитать  
этот раздел своему Командиру!***

**Командир! В зоне СВО средства радиосвязи – расходный материал.** Надо заранее предусмотреть запасные/резервные средства связи (ЗИП). Приобретаемые с помощью средств военнослужащих, членов их семей, волонтеров, меценатов средства связи не удастся пополнить запросом в службу вооружения/тыла. Средства цифровой связи не стоят на вооружении и не будут выполнены соответствующими службами.

Все РСТ подлежат **периодическому контролю на наличие и работоспособность** начальником связи (ответственным за связь). **При сокрытии факта утраты РСТ сеть (система) связи может быть дискредитирована.** Если нахождение хотя бы одной РСТ пусть даже разбитой не установлено требуется срочная смена ключей шифрования.

**Командир! Стоимость радиовыноса (внешней антенны с отрезком кабеля) много меньше стоимости любой жизни.** Жизнь каждого русского солдата – бесценна, и обходится государству в миллионы рублей только прямых выплат. Ретрансляторы, антенны, РСТ – всё это расходный материал, как бы дорого они не стоили.

В рассматриваемых диапазонах (VHF/UHF) дальность связи зависит от высоты подъема антенны и наличия/отсутствия промежуточных ретрансляционных узлов (ретрансляторов, SFR-репитеров). Количество каналов управления зависит от стоимости (или количества) промежуточных ретрансляционных узлов. Один ретранслятор из бюджетного сегмента не сможет обслуживать 100 абонентов.

Надежность связи зависит от надежного электропитания. Контролируй своевременную подзарядку АКБ ретрансляционных узлов и портативных РСТ. Отсутствие автономной сети

электропитания из электрогенераторов и переносных заряжающих станций, а также многоместных зарядных устройств может свести на нет все усилия по созданию системы управления. Электропитание радиооборудования должно быть налажено лучше, чем питание солдат и офицеров.

Безопасность связи во многом зависит от обученности связистов и прочего личного состава. Наличие исправного компьютера, наличие запасного компьютера, использование шифрования и переговорных таблиц **позволит скрыть от противника свои планы**, защитить вверенный личный состав.

## **8.2 Контрольный лист командира**

При решении задач по связи (в том числе закупка/заказ оборудования) рекомендуем ориентироваться на следующие пункты контрольного листа:

- ⊗ Разработана схема организации связи (далее – СОС), охватывающая все задачи подразделения. Развернут учебно-тренировочный комплект, СОС проверена работоспособность каналов, обученность пользователей.
- ⊗ Разработаны схемы СОС для действий при решении различных тактических задач.
- ⊗ Подразделение связи оснащено необходимыми средствами измерений и инструментами.
- ⊗ Начальнику связи назначены несколько заместителей, которые прошли обучение и могут его заменить.
- ⊗ Есть средства связи и необходимые расходные материалы, и аксессуары, включая стационарные антенны, аккумуляторные батареи, кабели и т.д. и т.п. по составленному НС списку. Если

средств связи не хватает, продуман комплекс мер по передаче информации военнослужащим, не имеющим средств связи.

- ⊗ Разработан регламент зарядки/замены аккумуляторных батарей.
- ⊗ Разработан регламент периодической проверки наличия РСТ и процедуры замены ключей шифрования (перепрограммирования РСТ).
- ⊗ Выделенный генератор для нужд подразделения связи.
- ⊗ Приобретены портативные зарядные станции, от которых могут заряжаться РСТ на передней линии
- ⊗ Приобретены многоместные зарядные устройства для АКБ РСТ.
- ⊗ Налажено взаимодействие с волонтерами, которые по запросу смогут помочь (докупить, довести) вышедшее из строя или недостающее оборудование.
- ⊗ Связисты способны самостоятельно провести обучение личного состава.

## **9 Принципы и подходы к планированию применения сил и средств подразделения связи**

### **9.1 Выдержка из методических материалов по связи МО РФ**

Должностное лицо, взвалившее на свои плече заботу о связи в подразделении (инициативная группа в лице деятельного радиотелефониста роты) и/или начальник связи батальона при принятии решения должны действовать в соответствии с некой «последовательностью», описанной в действующих документах. Раздел приведен для обоснования рекомендаций, приведенных в предыдущих разделах документа.

Здесь и далее *курсивом* выделены заимствования из документов МО РФ. Так как понятия «инициативная группа» в этих документах нет, будет применяться термин «начальник связи» (далее – НС) и уровень ТЗУ – мотострелковый (танковый) батальон (*мсб/тб*).

*Планирование связи в мсб (тб) заключается в разработке наиболее эффективных способов применения сил и средств связи для обеспечения связи в батальоне с требуемым качеством.*

*Исходными данными для планирования связи в мотострелковом (танковом) батальоне являются:*

- решение (замысел решения) командира мсб (тб);*
- указания начальника штаба батальона по организации управления и связи;*
- распоряжение по связи штаба бригады (вышестоящего штаба);*
- данные, полученные от командиров (начальников связи) приданных подразделений;*
- наличие и состояние сил и средств связи батальона и приданных подразделений.*

Обсуждая решение (замысел решения) командира мсб (тб) ->

*Начальник связи должен уяснить:*

- *характер предстоящего боя [в целом, характер предстоящих действий];*
- *место батальона в боевом порядке бригады;*
- *порядок взаимодействия с соседями, силами поддержки, прикрытия и т. д.;*
- *время готовности батальона к выполнению задач;*
- *боевую задачу батальона в предстоящем бою;*
- *боевой состав батальона и средства усиления.*

*Характер предстоящего боя и место батальона в боевом порядке бригады*

Организация связи в разных видах боя отличается и может потребовать (требует) внесения изменения в разрабатываемые документы. Конечно, хорошо, когда есть шаблоны этих документов для разных тактических ситуаций.

Документы МО определяют различные виды документации начальника связи. В том числе базовый документ – рабочая карта начальника связи мсб (тб). Рабочая карта содержит нанесенную тактическую задачу (оборона, наступление, марш, размещение в местах постоянной дислокации(!)), а также следующую информацию:

- *места развертывания узлов связи пунктов управления вышестоящего штаба, своего батальона, подчиненных и взаимодействующих подразделений (частей), запасные места их развертывания и направления перемещения в ходе наступления;*

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

- элементы системы связи вышестоящего штаба и единой сети электросвязи (ЕСЭ) в районе выполнения батальоном боевой задачи;
- планируемые трассы полевых кабельных линий, которые должны соответствовать направлениям их реальной прокладки на местности.

Обычно обратная сторона рабочей карты или дополнительные документы содержат:

- схему радиосвязи мсб (тб);
- выписку из таблицы позывных узлов связи (таблица);
- выписку из таблицы сигналов управления и оповещения;
- выписку из таблицы позывных должностных лиц;
- расчет сил и средств связи батальона (таблица);
- районы развертывания средств РЭБ противника, возможные зоны их воздействия.

Данные, полученные от командиров (начальников связи) приданных подразделений, позволяют дополнить рабочую карту, а также выполнить задачу НС по *порядку взаимодействия с соседями, силами поддержки, прикрытия и т. д.*

## **9.2 Система управления воинским формированием**

Важнейшим является тезис о том, что схема организации связи (система связи) накладывается (формируется под) систему управления. То есть в том случае, если подразделение не может управляться посылными – нет понимания кто и к кому бежит с донесением и в какой ситуации, что происходит по сигналу «красная ракета/зеленая ракета/белая ракета», то внедрение средств связи не решит проблему отсутствия управления.



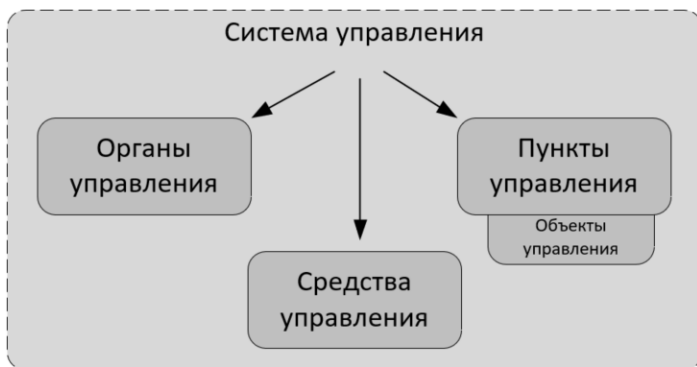


Рисунок 61 – Состав системы управления воинского формирования

Рисунок выше иллюстрирует приоритетность и взаимозависимость элементов системы управления. Первичной является задача формирования «органов управления» – назначение командиров и начальников ответственных за то или иное направление деятельности. Далее следует подготовка этими командирами/начальниками своих «пунктов управления» (КП, КНП, КШМ...). По итогу выполняется насыщение этих пунктов управления «средствами управления».

Так же в зоне ответственности «пунктов управления» находятся «объекты управления» – объект (подчиненное подразделение), воспринимающее управляющие воздействия.

### 9.3 Органы управления

Назначение командиров и начальников, ответственных за то или иное направление деятельности воинского формирования происходит при разработке организационно-штатной структуры (далее – ОШС) этого воинского формирования.

Таким образом, для иллюстрации возможного состава «органов управления» возьмем некую вымышленную ОШС батальонной тактической группы из состава мотострелкового полка (далее – отряда).

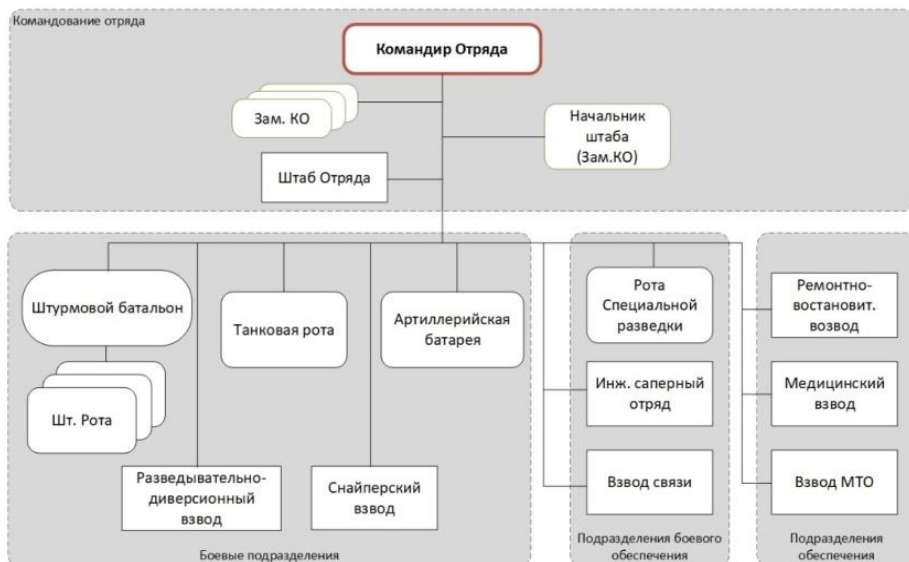
ОШС отряда представлена на рисунке ниже.

В соответствии с иллюстрацией к органам управления будет относиться:

- Командир отряда;
- Заместители командира отряда (по тылу, по вооружению, начальник артиллерии, начальник разведки и т.д.);
- Начальник штаба и Штаб отряда:

Командиры батальонов(а), отдельных рот (батареи), отдельных взводов.

### Организационная структура Отряда (БТГ)



*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

*Рисунок 62 – Организационно-штатная структура воинского формирования*

Внутри указанных выше подразделений должна порождаться своя «система управления» до «взводов-отделений-групп-расчетов». Назовем это «второй уровень системы управления».

#### **9.4 Пункты управления**

Все пункты управления (далее – ПУ) можно подразделить на стационарные и подвижные, а также размещенные на различных транспортных средствах. В зависимости от тактики действия (вида боя) ПУ могут менять свою конфигурацию.

На рисунке ниже представлена схема пунктов управления, сформированная на основе требований уставов и ОШС Отряда. Допустимо как упрощение, так и усложнение предложенной схемы.

На схеме представлены ПУ отряда, а также дополнительно ПУ вышестоящего командования и узел связи системы коммерческой сотовой системы подвижной радиосвязи (GSM-сети) Подобные линии могут также создаваться на радиомостах, VSAT-терминалах (Ямал, АМУ). Применение гражданских сетей связи (сотовых, спутниковых) допустимо для повышения надежности системы управления резервированием имеющихся каналов связи гражданскими линиями и каналами связи.

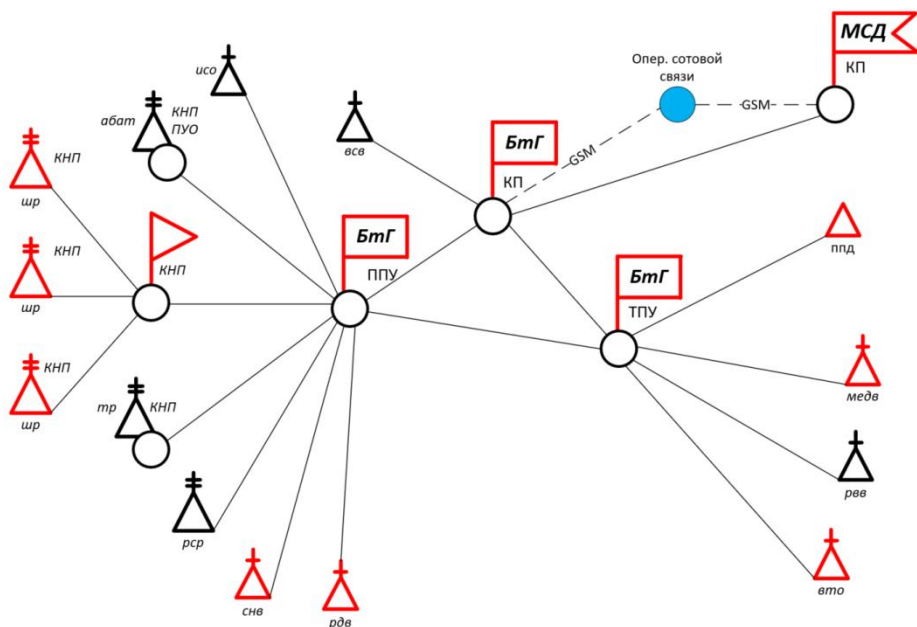


Рисунок 63 – Пример схемы пунктов управления

Несмотря на то, что передовой пункт управления (далее – ППУ) является ПУ соединений (дивизий), общий характер боевых действий позволяет рекомендовать наличие такого типа ПУ для размещения командования Отряда. Как было указано выше это может быть подвижный ПУ.

Так же возможно объединение и других ПУ. Например, размещение командно-наблюдательного пункта (далее – КНП) артиллерийской батареи и/или танковой роты на КНП батальона. Размещение ППУ на КП. Или размещение ППУ на КНП батальона.

Далее можно считать, что командование Отряда размещается на КНП шб или на ППУ, в зависимости от тактической обстановки.

Важно, что при перемещении ППУ на КПН количество ПУ так и остается два (2). Их цели и задачи от присутствия на одном объекте (здании, блиндаже) не меняются. Их роль и место в системе управления остается прежней.

Если какой-то ПУ планируется как запасной для вышестоящего ПУ, например, в боевом приказе указано, что «...*в случае огневого поражения, КП Отряда переносится на КНП 1-го мсб...*», это означает, что начальник связи должен предусмотреть комплекс мер обеспечивающих такую возможность. Комплекс мер может (должен) включать резервные средства связи и линии связи или изменение конфигурации (настройки) средств связи, имеющихся на КНП батальона. Вплоть до переноса КПН батальона на КНП 1-й штурмовой роты (шр), например.

## **9.5 Средства управления**

Формально средства управления – это средства связи и средства автоматизации, предназначенные для управления войсками и оружием.

Средства управления опираются на линии связи и каналы передачи.

Линия (военной) связи – элемент системы связи. Линии связи образуют каналы передачи и групповые (многоканальные) тракты сети связи, имеющие общую среду распространения. Например «линия спутниковой связи», «линия радиорелейной связи», «радиолиния». В ВС РФ к линии военной связи относят также силы и средства их обслуживания.

Абонентская линия (военной связи) – линия связи, соединяющая окончное средство связи с узлом связи.

**Узел (военной) связи** – элемент системы военной связи, представляющий собой организационно-техническое объединение сил, средств военной связи и средств автоматизированного управления войсками. Узел связи предназначен для предоставления абонентам военной связи услуг связи, а также эксплуатации технических средств связи и передачи данных воинского формирования.

Узел связи может иметь как штатную структуру, со стандартным комплектом средств связи, так и нестандартный состав средств связи. Современные реалии ведения боевых действий диктуют свои особенности. Воинские формирования эксплуатируют значительное количество средств связи, которые не приняты на снабжение. Поэтому реализация инфраструктуры связи в конкретных воинских формированиях при конкретных условиях и задачах, может значительно отличаться от классической (изложенной в учебниках). В роли узла связи может выступать комплект радиостанций используемый КНП.

Канал передачи – это совокупность средств военной связи и среды распространения, обеспечивающая передачу сигналов электросвязи между пунктами управления в определенной полосе частот или с определенной скоростью передачи.

Для систем связи с многопользовательским доступом, как GSM-сети, например, в одной линии между базовыми станциями может быть организовано множество каналов.

### ***9.5.1 Связь ПУ Отряда***

В настоящем документе, для ПУ Отряда рассматривается только один род связи – радиосвязь. На схемах ниже отображены радиосети (далее – р/с) которые могут быть созданы в воинском

формировании. Обращаем внимание, что это необязательный к исполнению список р/с. Это пример.

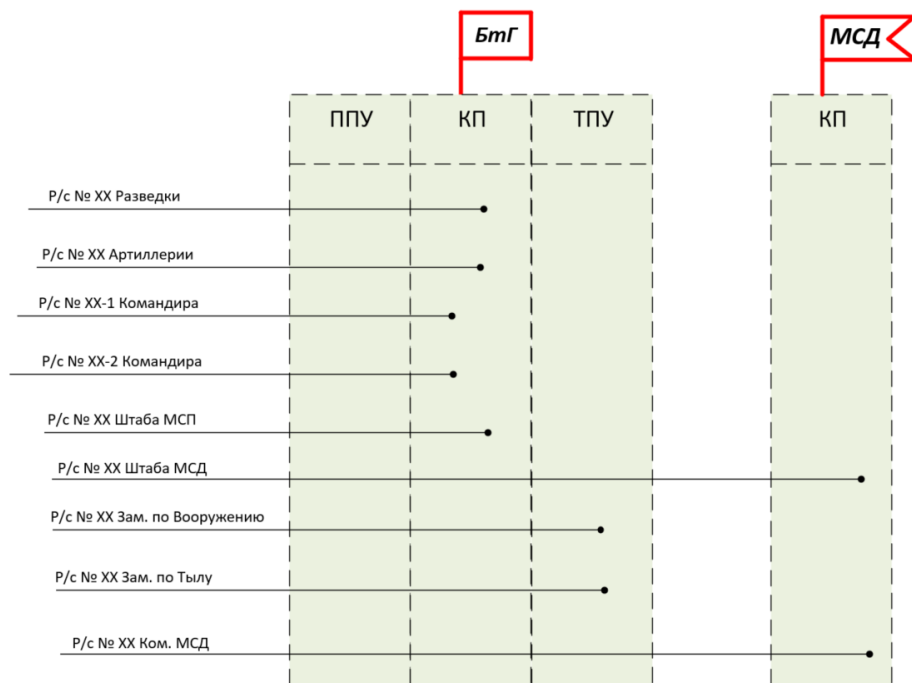


Рисунок 64 – Пример схемы связи ПУ Отряда

На рисунке выше приставлено девять (9) радиосетей.

Две (2) из них организуются распоряжении по связи вышестоящего штаба – штаба МСД.

Начальник связи Отряда, получив распоряжение, уясняет замысел по связи старшего начальника, порядок организации связи с вышестоящим и взаимодействующими штабами, используемые средства связи, после чего организует подключение средств связи Отряда к указанным радиосетям.

Остальные радиосети организуются в интересах ПУ МСП на средствах связи, имеющихся во взводе связи и других подразделениях.

Две (2) радиосети командира Отряда обеспечивают связь со следующими абонентами:

1. С КНП штурмового батальона и КНП танковой роты.
2. С радиостанциями управления Отряда (заместители командира) и командирами приданных подразделений (при их наличии).

### ***9.5.2 Связь артиллерии***

Предположим, что в состав Отряда входит артиллерийская батарея буксируемых гаубиц. Входящий в состав Отряда артиллерийская батарея выполняет свои задачи, опираясь на два (2) типа ПУ:

1. КНП командира батареи;
2. Пункт управления огнем (далее – ПУО) расположенный вблизи «огневой позиции».

Организационно КНП командира батареи может быть совмещен с КНП с командира штурмового батальона, находиться на КП/ППУ Отряда или располагаться отдельно. На КНП (обычно) располагается командир батареи. В любом случае для взаимодействия со взаимодействующим командиром (ком. шб) и командованием отряда командир батареи использует две (2) р/сети:

1. р/с командира штаба;
2. р/с Артиллерии Отряда.

Включение в р/с разведки Отряда выполняется по решению Командира Отряда. Организация радиосети Целеуказания и наведения выполняется по решению Командира Отряда в рамках выполнения задачи тем или иным подразделением. Возможно включение группы



Целеуказания и наведения в имеющиеся р/сети командира артбат (КНП или ПУО) в рамках боевого приказа.

При выполнении определенных задач и действия батареи полувзводами (кочующие орудия) может организовываться более одного ПОУ.

На ПОУ располагаются начальник штаба батареи (при наличии данной должности) и/или старший офицер батареи. Ведение огня расчетами выполняется под руководством старших офицеров на огневых позициях.

Для абат организуются две (2) сети: сеть командира батареи и сеть управления.

Радиосеть командира батареи используются для связи:

- со старшим офицером на огневых позициях;
- с передовым (боковым) наблюдательным пунктом или расчетом целеуказания и наведения.

Радиосеть управления включает в себя:

- р/с старшего офицера на пункте управления огнем (ПУО);
- радиостанции огневых расчетов (в т.ч. водителей тягачей).

Р/с управления может создаваться «под задачу» и включать один/два расчета выполняющие задачу по огневому поражению или все расчеты батареи. Т.е. р/с управления-1, -2 и т.п.

Также КНП абат включается в р/с штурмового батальона и ППУ Отряда.

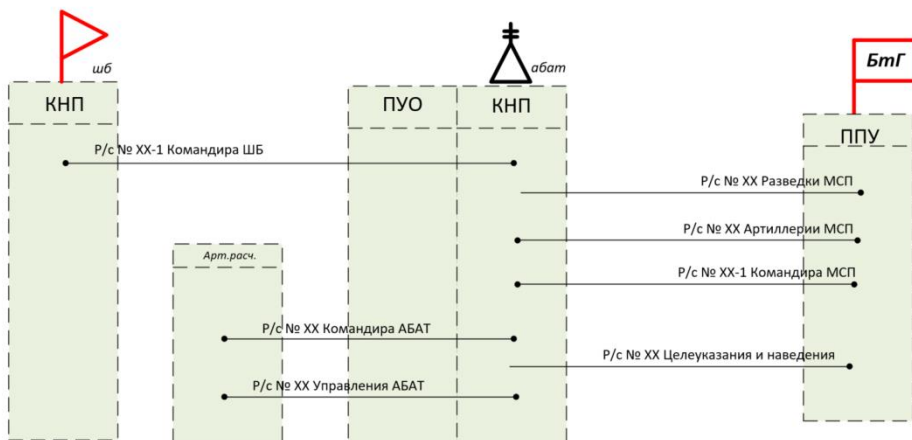


Рисунок 65 – Пример схемы связи артиллерийской батареи

### 9.5.3 Связь в штурмовом батальоне

В различных видах боя КНП батальона может использовать 11-12 радиосетей. Радиосвязь в батальоне организуется

- с вышестоящим командиром;
- с элементами боевого порядка;
- подчиненными подразделениями;
- приданными подразделениями;
- с прочими объектами управления, не указанными выше.

Но базовая схема включает в себя три (3) основных радиосети командира батальона:

- Радиосеть командира батальона;
- Радиосеть НШ батальона (вторая р/с командира батальона);
- Радиосеть тылового и технического обеспечения (при наличии взвода материально-технического обеспечения в батальоне).

В состав первой радиосети командира шб входят:

1. радиостанция командира батальона;
2. радиостанции командиров мотострелковых рот;
3. радиостанция командира противотанкового резерва или расчетов группового оружия (при их наличии).

Дополнительно, в эту радиосеть включаются:

4. командир боевого охранения;
5. командир бронегруппы (командир (КНП) танковой роты) и/или мобильные группы шб;
6. командир разведывательного (боевого разведывательного) дозора;
7. командир (КПН) артиллерийской батареи при размещении КНП абат отдельно от КНП штурмового батальона.

Всего в радиосеть командира батальона может входить 5-8 корреспондентов. Такой состав первой радиосети обеспечивает устойчивое управление командиру батальона основными элементами боевого порядка и тесное взаимодействие боевых порядков между собой в ходе боя.

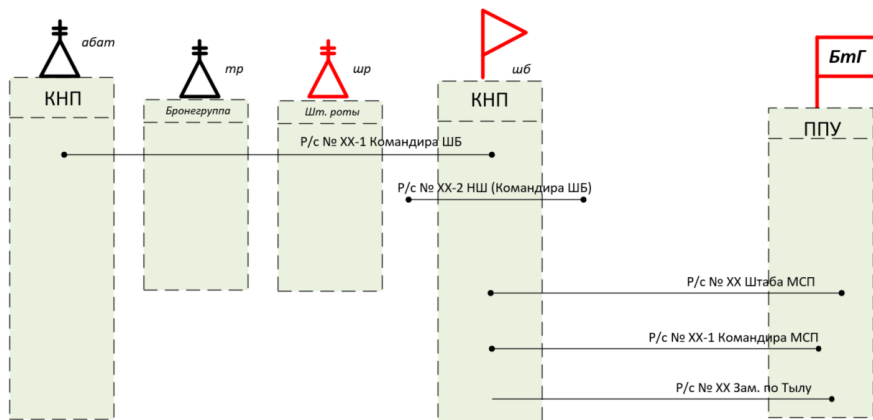


Рисунок 66 – Пример схемы связи штурмового батальона

В состав радиосети НШ батальона входят:

1. командира батальона;
2. начальника штаба батальона;
3. командира огневой засады;
4. командиры приданных подразделений;
5. радиостанция командира группы медицинской эвакуации.

Общее количество корреспондентов в сети может быть 4-7.

## 9.6 Выводы по разделу

Представленный выше текст и схемы – это не «рецепт». Это не более чем краткое описание принципов, о которых все командиры знают. Но настоящий документ предназначен для связистов и им не всегда хватает системных знаний по общей тактической подготовке.

Под радиосетью «артиллерии» понимается возможность запросить огонь ПАГ/ДАГ (полковой/дивизионной артиллерийской группы).

Основной вопрос, который должен возникнуть при чтении данного раздела это «где взять столько радиосредств?!».

И советские документы, и современные российские и даже документы по организации DMR-сетей ВСУ используют такой термин как «вхождение в радиосеть». Примером такого «вхождения» может являться переход в отдельный логический канал или даже смена зоны (Zone). Например, вхождение может выполнить оператора БПЛА из роты специальной разведки перейдя в радиосеть артиллерийской батареи после получения соответствующей команды от командира Отряда. Такой маневр позволит не перегружать р/с командира Отряда (командира батальона) достаточно продолжительным радиообменом в ходе корректировки огневого поражения. При необходимости и командир батальона (Отряда) может войти в радиосеть взвода, если, допустим взвод оказался на направлении главного удара и для его отражения взводу нужны средства, подчиняющиеся командиру батальона (Отряда).

В командно-штабной машине командира батальона Советской Армии было всего четыре РСТ. Но сложность схемы управления практически не изменилась.

Хотим напомнить о методах разделения доступа к радиообмену в DMR (см. раздел 3 Общие характеристики DMR радиостанций):

Разделение по частоте. Если две группы корреспондентов используют разный логический канал (отличия в настроенной частоте), то прием невозможен при условии **отсутствия у какого-либо абонента, запрещенного для него канала в скан-листе**. Метод разделения по частоте при отсутствии дефицита частот используется и в других случаях. Не забывайте, «одна частота – не более двух одновременных разговоров».

Разделение по ключу шифрования. При назначении разных номеров ключей шифрования для разных логических каналов прием невозможен при условии **отсутствия у какого-либо абонента, запрещенного для него канала в скан-листе.**

Разделение по Color Code (цветовому коду). Создав GroupList (раздел ЦПС Digit Emergency System → System → Digital RX Group Call → Contact Member) индивидуальную зависимость «логический канал-цветовой код – GroupList» вы создадите изолированный сегмент. При этом добавив в скан-лист командира все созданные каналы, вы разрешите прослушивать ему все созданные логические группы. Конечно, ключи шифрования должны совпадать.

Разделение по принципу «логический канал через ретраслятор» и «ДМО-канал» (см. раздел 4.2. Уровень Tier 1). В этой ситуации ближние абоненты будут доступны в режиме «прямой канал», а дальние – через логический канал со статусом Rep (через репитер).

Все перечисленные методы не требуют использования индивидуальных идентификаторов для РСТ. При этом двухканальные РСТ позволяют абоненту находиться в двух радиосетях используя два логических канала.

В данном разделе не рассмотрен «второй уровень системы управления». Организация связи на уровне «отделение-взвод-рота» описана в пособии <sup>12</sup> «РАДИОСВЯЗЬ НАЧАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ» разработанным под общей редакцией RX9СІМ. Там нет готовых рецептов, но общие принципы описаны. Предлагаем вам ознакомиться с этим документом.

---

<sup>12</sup> QR код для быстрого перехода – в конце документа

Готовых рецептов нет. Система управления – это динамическая структура. За вас ее никто не опишет и не превратит в схему организации связи. Схема организации связи будет меняться в зависимости от участка, где вы находитесь, вида боевых действий, состава вашего воинского формирования, наличия/отсутствия средств связи определенного типа. Только карта командира с нанесенной обстановкой (и рельеф), а также понимание реального положение дел в подразделениях позволит вам разработать схему организации связи. Удачи и успеха вам в вашем ратном труде.

## **10 Применение направленных антенн для УКВ радиосвязи**

При использовании антенн для УКВ (VHF/UHF-диапазоны) радиосвязи нужно помнить основное правило: радиоволны VHF/UHF-диапазонов распространяются в пространстве подобно лучу света т.е. максимально прямолинейно. Электромагнитные волны VHF/UHF-диапазонов не способны огибать высокие препятствия (см. раздел 5 *Распространение радиоволн VHF и UHF диапазонов*), не могут проходить сквозь железобетонные и кирпичные стены, терриконы, имеют большое затухание в лесу. Поэтому для устойчивой связи антенны радиостанций, между которыми будет производиться радиообмен, должны располагаться так, чтобы между ними была (в идеале) прямая видимость.

Две направленные<sup>13</sup> антенны, «смотрящие» друг на друга, способны обеспечить уверенную связь на расстояниях в десятки километров. Дальность связи на VHF/UHF-диапазонах тем лучше, чем выше установлена антенна.

**Каждый метр высоты подъема антенны свыше 10 м прибавляет 1 километр дальности связи.**

Для примера: увеличение мощности в два раза не приводит к увеличению дальности связи в 2 раза. В большинстве случаев такое повышение мощности приводит к увеличению дальности всего на 20-25%.

Направленные антенны наиболее эффективны для организации радионаправлений вида точка-точка. Например, для того, чтобы связать два пункта управления находящихся на максимальном удалении.

---

<sup>13</sup> Материалы разделов 10 и 11 подготовлены Вадимом RT8A («Радиус»)



*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

При применении направленных антенн для организации радионаправления, ключевым моментом является правильное взаимное ориентирование антенн друг на друга. Это необходимо чтобы получить, в обеих точках радиобмена, максимально возможный уровень сигнала от корреспондента.

Так же важным моментом является подбор типа кабеля, соединяющего радиостанцию с антенной, по волновому сопротивлению и минимальным потерям(затуханию) сигнала в нем на нужных частотах. Напоминаем, что антенно-фидерное устройство – это совокупность таких элементов как антенна, коаксиальный кабель и разъемные соединения (*см. раздел 2.8 Антенны и антенный кабель* ).

Таблица для перевода значения затухания сигнала в кабеле из децибел в «разы» приведена ниже (*Таблица 5 – Перевод из децибел в «разы»*  
*(множитель мощности радиосигнала)*).

*Совет: для владельцев смартфонов на ОС Android разработано приложение «Калькулятор СТС», где такой расчет автоматизирован.*

*Скачать приложение и его описание можно на сайте Комбат, [ссылка на страницу загрузок](#) в конце документа.*

Таблица 5 – Перевод из децибел в «разы»  
(множитель мощности радиосигнала)

дБ	Отношение тока или напряжения	Отношение мощности	дБ	Отношение тока или напряжения	Отношение мощности
0	1,000	1,000	0	1,000	1,000
-0,1	0,989	0,977	0,1	1,012	1,023
-0,2	0,977	0,955	0,2	1,023	1,047
-0,3	0,966	0,933	0,3	1,035	1,072
-0,4	0,955	0,912	0,4	1,047	1,096
-0,5	0,944	0,891	0,5	1,059	1,122
-0,6	0,933	0,871	0,6	1,072	1,148
-0,8	0,912	0,832	0,8	1,096	1,202
-1,0	0,891	0,794	1,0	1,122	1,259
-1,5	0,841	0,708	1,5	1,189	1,413
-2,0	0,794	0,631	2,0	1,259	1,585
-2,5	0,750	0,562	2,5	1,334	1,778
-3,0	0,708	0,501	3,0	1,413	1,995
-3,5	0,668	0,447	3,5	1,496	2,239
-4,0	0,631	0,398	4,0	1,585	2,512
-4,5	0,596	0,355	4,5	1,679	2,818
-5,0	0,562	0,316	5,0	1,778	3,162
-6,0	0,501	0,251	6,0	1,995	3,981
-7,0	0,447	0,200	7,0	2,239	5,012
-8,0	0,398	0,159	8,0	2,512	6,310
-9,0	0,355	0,126	9,0	2,818	7,943
-10	0,316	0,100	10	3,162	10,000
-11	0,282	0,0794	11	3,55	12,6
-12	0,251	0,0631	12	3,98	15,9
-13	0,224	0,0501	13	4,47	20,0
-14	0,200	0,0398	14	5,01	25,1
-15	0,178	0,0316	15	5,62	31,6
-16	0,159	0,0251	16	6,31	39,8
-18	0,126	0,0159	18	7,94	63,1
-20	0,100	0,0100	20	10,0	100,0
-30	0,0316	0,001	30	31,6	1000,0
-40	0,01	0,0001	40	100,0	10 <sup>4</sup>
-50	0,00316	0,00001	50	316,0	10 <sup>5</sup>
-60	0,001	0,000001	60	10 <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup>
-70	0,000316	0,0000001	70	3160,0	10 <sup>7</sup>
-80	0,0001	0,00000001	80	10 <sup>4</sup>	10 <sup>8</sup>
-90	0,0000316	0,000000001	90	3,16*10 <sup>4</sup>	10 <sup>9</sup>
-100	0,00001	0,0000000001	100	10 <sup>5</sup>	10 <sup>10</sup>

Левая таблица содержит сведения пересчета при ослаблении сигнала, правая для усиления.

Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)

Если, например, в кабеле затухание 10дБ, то, найдя по таблице соответствующее значение («-10»), видно, что сигнал уменьшается, по мощности, в 10 раз (мощность  $\times$  «0,100»)! То есть, подключив 10Вт радиостанцию к кабелю, до антенны дойдет не более 1Вт.

То же самое относится и к антенне. У каждой антенны есть такая характеристика как коэффициент усиления антенны. Чем выше данный показатель, тем эффективнее антенна излучает сигнал в рабочем диапазоне частот.

Для примера приведены характеристики широко используемых типов радиочастотных кабелей.

Таблица 6 – Характеристики коаксиальных кабелей RG

		10D-FB PE	SCF12-50J CELLFLEX® (1/2") сверхгиб.	HPL50-1/2SF LSOH ACOMЕ. (1/2"), сверхгиб. (M2830)	SCF38-50J CELLFLEX, сверхгиб.	8D-FB PE Black RadioLab	RG-213C/U RadioLab	5D-FB PE Black RadioLab	RG-142 RadioLab	RG-58C/U RadioLab
Частота, (МГц)	2,0	-	0,442	-	0,584	-	-	1,2	-	-
	30	-	1,73	1,77	2,28	-	-	3,42	-	-
	50	2,1	2,25	-	2,96	-	4,6	-	8,8	-
	100	3,0	3,21	-	4,22	4,0	5,0	6,1	13,0	16,0
	150	3,7	3,96	4,03	5,20	5,0	6,5	7,5	16,5	20,6
	200	4,4	4,60	-	6,03	5,8	7,7	8,7	17,2	25,0
	400	6,8	6,61	-	8,66	8,8	11,2	12,8	23,0	37,0
	450	7,1	7,04	7,15	9,22	9,3	12,0	13,9	30,0	39,0
	800	9,7	9,57	-	12,5	12,8	17,0	18,5	40,0	54,2
	1000	10,9	10,8	10,95	14,1	14,4	19,2	20,9	44,0	61,0
	1250	12,3	12,2	-	15,9	16,3	21,0	23,5	55,0	68,1
	1400	13,0	13,0	-	-	17,9	23,7	25,0	-	75,0
1500	13,6	13,5	13,65	17,6	18,6	24,8	26,0	-	78,0	
Диам. внешн, мм	13,1	13,7	13,4	10,2	11,1	10,3	7,5	4,95	5,03	
Цена за 1м	~460 р.	~350 р.	~270 р.	~490 р.	~300 р.	~140 р.	~170 р.	~ 670 р.	~120 р.	

Примечания:

- PE – полиэтилен
- ESP PE – вспененный полиэтилен
- PTFE – тефлон (политетрафторэтилен)

Рассмотрим вариант установки и настройки антенно-фидерного тракта на базе логопериодической антенны Радиус А-35:

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

Перед установкой необходимо произвести внешний осмотр антенны на предмет отсутствия повреждений как металлических элементов, так и соединительного кабеля.

Убедиться, что антенна, по своим техническим характеристикам (волновое сопротивление, диапазон частот) подходит к используемой радиостанции (определяется по маркировке и тех. описанию).



*Рисунок 67 – Маркировка направленной антенны, частотный диапазон должен соответствовать используемому*

Установить антенну на мачту/кронштейн, сориентировав ее в направлении корреспондента, расположив плечи антенны в вертикальной плоскости.



*Рис.66 – Расположение антенны на опоре*

Произвести подключение радиочастотного кабеля (радиовыноса) от радиостанции к антенне, не подключая радиостанцию к данному кабелю.



*Рисунок 68 – Подключение радиочастотного кабеля антенны к фидерной линии*

Произвести гидроизоляцию места подключения (самослипающейся мастикой, изоляционной лентой).

Подключить (к тому концу кабеля, который будет подключен к РСТ) прибор для измерения КСВ и произвести измерение КСВ антенно-фидерного тракта на заданной частоте.

Для измерения можно, например, использовать прибор NanoVNA, который в виде графика по диапазону частоты показывает значение КСВ (коэффициент стоячей волны, который характеризует согласованность антенной системы, с передатчиком, на рабочей частоте.) В идеале КСВ должен быть равен 1 ( $SWR = 1$ ). Вполне допустимым является КСВ в пределах 1.0 - 1.5. Чем выше КСВ, тем больший процент энергии отражается от антенны назад в передатчик. При длительной работе на передачу при плохом КСВ выходной каскад перегревается и может выйти из строя. При значениях КСВ 3 – 4 практически 50% энергии не излучается, а возвращается обратно. Это значит, что при 50 Вт мощности, излучаться будет 20-25 Вт.



*Рисунок 69 – Проведение измерений*

Если КСВ превышает значение 2.0, то необходимо определить причину высокого КСВ (плохой контакт в соединительных разъёмах, попадание в разъёмы посторонних материалов и жидкостей, надлом, надрыв, перегиб, передавливание кабеля и т.п.) и устранить ее.

Убедившись, что КСВ в пределах допустимых значений, подключить кабель к радиостанции и установить связь с корреспондентом.

Воин помни!

Радиоволны НЕ проходят (поглощаются) земной поверхностью, железобетонными и кирпичными зданиями, а также здания и сооружения из металла или с металлическим покрытием. Намного лучше радиоволны проходят через деревянные здания и лесные массивы (не после дождя), но и там они испытывают затухания, см. раздел 5 Особенности распространения радиоволн VHF (136-174 МГц) и UHF (400-512 МГц) диапазонов

Поэтому, располагая антенну на местности, внимательно смотрите, чтобы в направлении корреспондента не было препятствий из материалов, поглощающих радиоволны, не располагайте антенны вблизи других радиопередающих средств и линии электропередач.

Наоборот, чтобы максимально затруднить врагу пеленгацию антенны, располагай ее за препятствием (в направлении «от противника») и для стационарных передатчиков применяй направленные антенны, имеющие усиление сигнала в направлении «штаба» (тыла) и затухание сигнала в обратном направлении (фронта).

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

Более мощные станции всегда располагаются в тылу или в глубине боевых порядков. Ближе к ЛБС располагают маломощные РСТ, желательно, с направленными антенными направленными в тыл.

Главным врагом радиосвязи является вода. Поэтому не допускай попадания влаги внутрь радиооборудования, антенные разъемы и кабель. Кабель необходимо оберегать от различных повреждений, резких перегибов, надрывов и растяжений.

Радиочастотный кабель, в который попало некоторое количество воды, становится непригоден к дальнейшему использованию! Обледенение, обмерзание, покрытие росой антенны, зачастую, приводит к нарушению ее параметров, что, в конечном итоге, снижает ее эффективность и может привести к неустойчивой связи или ее отсутствию. Поэтому, необходимо избегать ситуаций, при которых на антенну и особенно внутрь нее, может попадать вода (установка у ската крыши, хранение на открытом воздухе без защиты от влаги и т.п.).

Чем ниже КСВ, тем лучше излучаемая антенной мощность – а значит, устойчивей связь.



## 11 Монтаж разъемов на радиочастотные кабели

### 11.1 Присоединение соединителя N-112/5D (male) к кабелю типа 5D-FB; РК-50-4,8-35

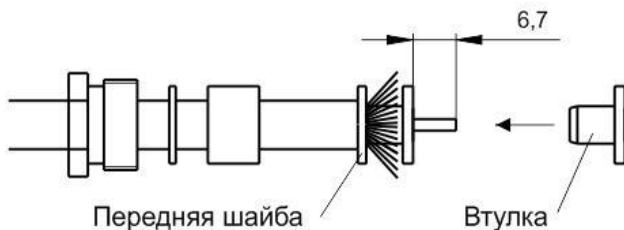
Надрезать внешнюю оболочку, оплетку, медно-лавсановую ленту, диэлектрик до центрального проводника и удалить надрезанные части. Выдержать размер центрального проводника.



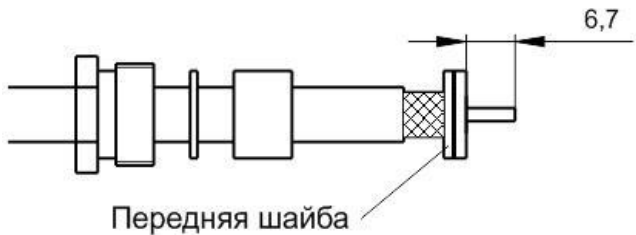
Накинуть фиксирующую гайку, шайбу и прокладку на кабель и удалить внешнюю оболочку кабеля.

Надеть переднюю шайбу на оплетку. Оплетку отогнуть назад.

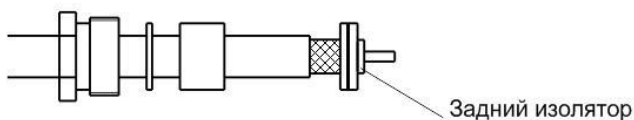
Надеть втулку на меднолавсановую ленту и протолкнуть под переднюю шайбу, так, чтобы оплетка оказалась между втулкой и шайбой



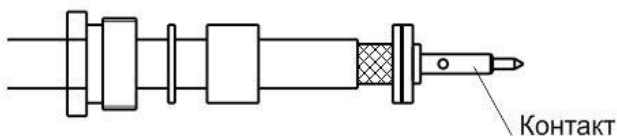
Продвинуть переднюю шайбу по оплетке к втулке так, чтобы оплетка оказалась зажатой между втулкой и шайбой.



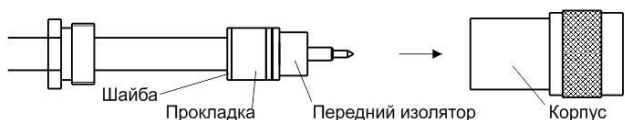
Надеть задний изолятор и нанести бескислотный флюс на центральный проводник.



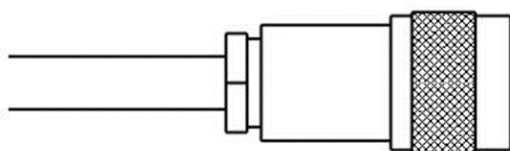
Надеть контакт на центральный проводник, удерживая плотно кабель и контакт, и затем припаять контакт припоем ПОС-61.



Надеть передний изолятор, придвинуть прокладку и шайбу к передней шайбе и вставить в корпус соединителя.



Затянуть фиксирующую гайку в корпусе соединителя.

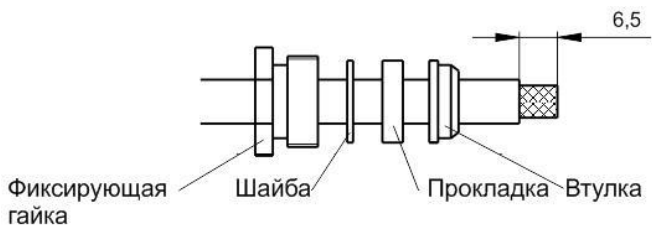


*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

Проверить на отсутствие замыкания между центральным контактом и корпусом.

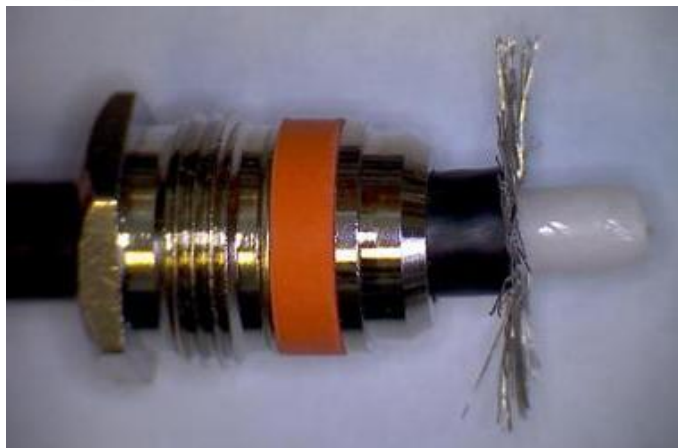
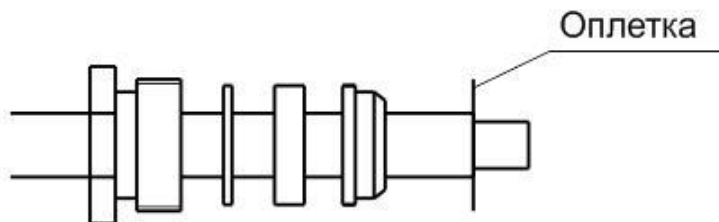
## **11.2 Присоединение соединителя SA-111/5D (female) к кабелю 5D-FB; РК-50-4,8-35**

Накинуть фиксирующую гайку, шайбу, прокладку и втулку на кабель и удалить внешнюю оболочку кабеля, как показано на рисунке.

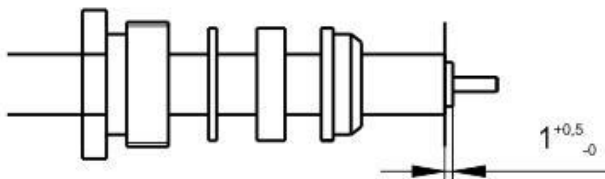


Оплетку расплести, отогнуть на  $90^\circ$  и распределить по окружности. Оплетку укоротить по окружности на 1,5мм.

Меднолавансановую ленту удалить.

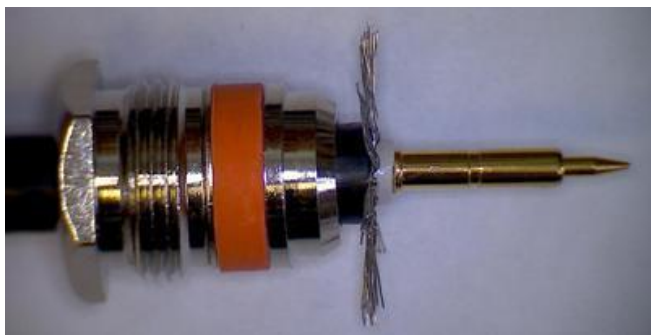
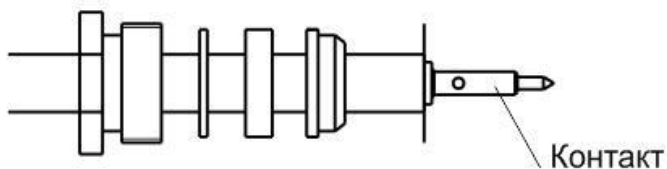


Удалить часть диэлектрика, выдерживая размер, указанный на рисунке. Нанести бескислотный флюс на центральный проводник.

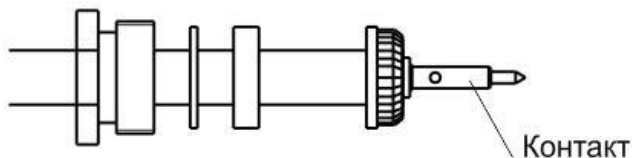




Надеть контакт на центральный проводник, удерживая плотно кабель и контакт, и затем припаять контакт припоем ПОС-61. Контакт при пайке должен плотно прилегать к диэлектрику (при необходимости доработать центральный проводник). Надеть контакт на центральный проводник, удерживая плотно кабель и контакт, и затем припаять контакт припоем ПОС-61. Контакт при пайке должен плотно прилегать к диэлектрику (при необходимости доработать центральный проводник).



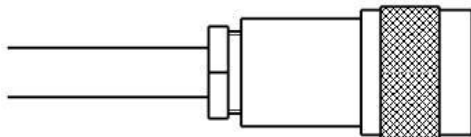
Продвинуть втулку к оплетке. Оплетку распределить по поверхности втулки. Выступление оплетки за внешний диаметр втулки не допускается.



Придвинуть прокладку, шайбу к втулке и вставить в корпус соединителя.



Затянуть фиксирующую гайку в корпусе соединителя.



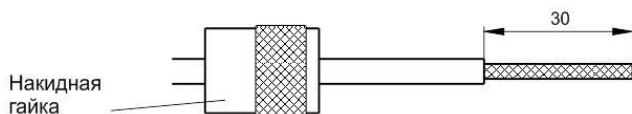


Проверить на отсутствие замыкания между центральным контактом и корпусом.

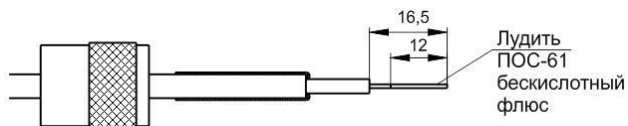
Присоединение соединителя PL 259/4 (U-113G) (male) к кабелю. Кабели RG58; РК-50-3-13.

#### Вариант – I

Надрезать внешнюю оболочку и удалить ее, предварительно надев на кабель накидную гайку, выкрученную из корпуса соединителя. Выдержать размер, как показано на рисунке.

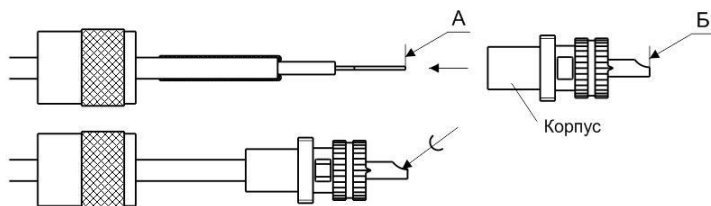


Расплести оплетку и разделить на две противоположные равные части. Каждую из частей оплетки по отдельности скрутить и подогнуть к внешней оболочке. Надрезать меднолавансановую ленту, диэлектрик до центрального проводника и удалить надрезанные части. Выдержать размер центрального проводника, как показано на чертеже.

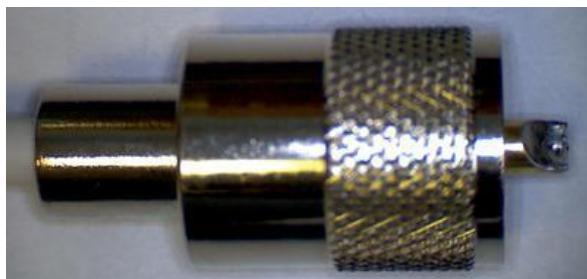
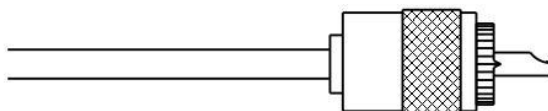




Надеть корпус на кабель до упора в отогнутые части оплеток. Прикладывая осевое усилие и вращательное движение по часовой стрелке, накрутить корпус на оболочку и отогнутые части оплеток до совпадения торца А центрального вывода кабеля с торцем Б вывода корпуса. Центральный вывод припаять к выводу корпуса припоем ПОС-61, используя бескислотный флюс. Выступающие части оплеток отрезать заподлицо с корпусом.



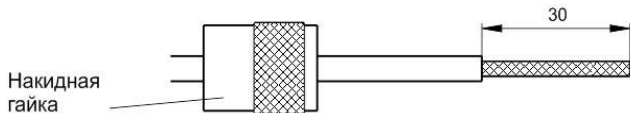
Накрутить накидную гайку на корпус. Проверить на отсутствие замыкания между центральным контактом и корпусом.



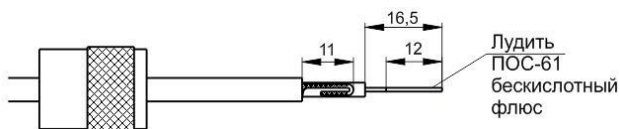


## Вариант – II

Надрезать внешнюю оболочку и удалить ее, предварительно надев на кабель накладную гайку, выкрученную из корпуса соединителя. Выдержать размер, как показано на рисунке.

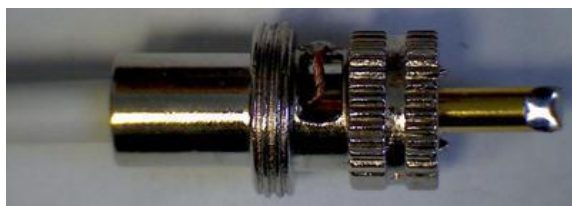
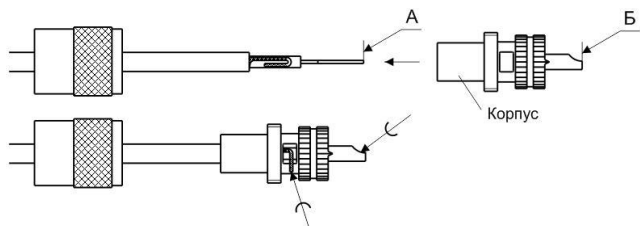


Расплести оплетку и скрутить в жгутик. Длину жгутика сделать 18мм. Надрезать меднолавансановую ленту, диэлектрик до центрального проводника и удалить надрезанные части. Выдержать размер центрального проводника, как показано на чертеже. Жгутик уложить вдоль меднолавансановой ленты, как показано на чертеже.

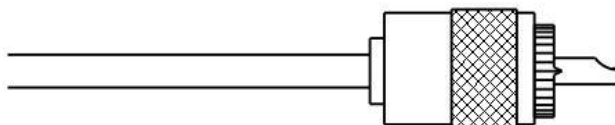


Надеть корпус на кабель до упора в внешнюю оболочку. Прикладывая осевое усилие и вращательное движение по часовой стрелке, накрутить корпус на оболочку до совпадения торца А

центрального вывода кабеля с торцем Б вывода корпуса. С помощью пинцета вытянуть жгутик через паз корпуса наружу. Центральный вывод припаять к выводу корпуса, жгутик к корпусу, предварительно залудив место припайки корпуса. Паять припоем ПОС-61, используя бескислотный флюс.



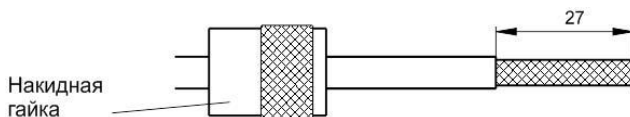
Накрутить накидную гайку на корпус. Проверить на отсутствие замыкания между центральным контактом и корпусом.



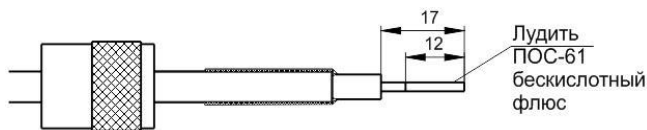


### 11.3 Присоединение соединителя PL 259/6 (U-113F) (male) к кабелю. Кабель RG8/X.

Надрезать внешнюю оболочку и удалить ее, предварительно надев на кабель накидную гайку, выкрученную из корпуса соединителя. Выдержать размер, как показано на рисунке.

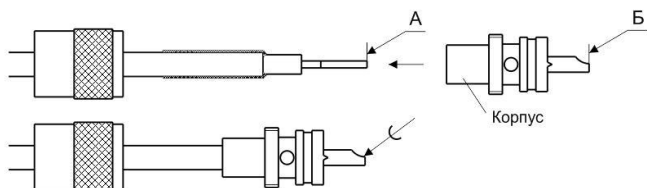


Расплести оплетку и разделить на две противоположные равные части. Каждую из частей оплетки по отдельности скрутить и подогнуть к внешней оболочке. Надрезать меднолавансановую ленту, диэлектрик до центрального проводника и удалить надрезанные части. Выдержать размер центрального проводника, как показано на чертеже.

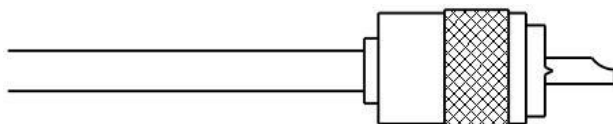


Надеть корпус на кабель до упора в отогнутые части оплеток. Прикладывая осевое усилие и вращательное движение по часовой стрелке, накрутить корпус на оболочку и отогнутые части оплеток до совпадения торца А центрального вывода кабеля с торцом Б вывода корпуса. Центральный вывод припаять к выводу корпуса

припоем ПОС-61, используя бескислотный флюс. Выступающие части оплеток отрезать заподлицо с корпусом.

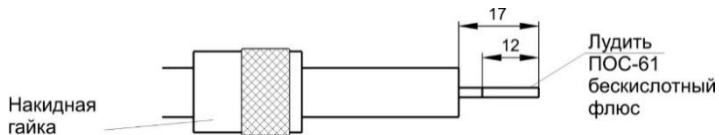


Накрутить накидную гайку на корпус. Проверить на отсутствие замыкания между центральным контактом и корпусом.



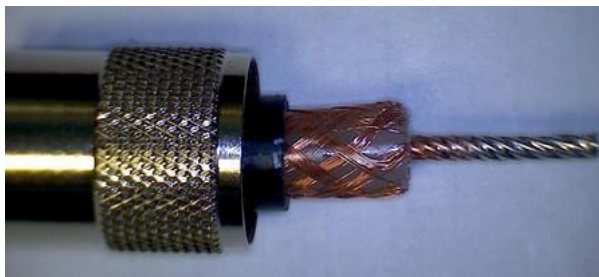
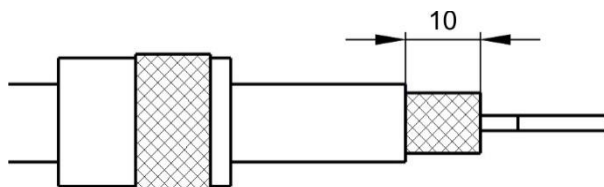
### 11.3.1 Присоединение соединителя PL 259/9 (U-113B) (male) к кабелю RG213/U; PK-50-7-11

Надрезать внешнюю оболочку, оплетку, диэлектрик до центрального проводника и удалить надрезанные части, предварительно надев на кабель накидную гайку, выкрученную из корпуса соединителя. Выдержать размер, как показано на рисунке.

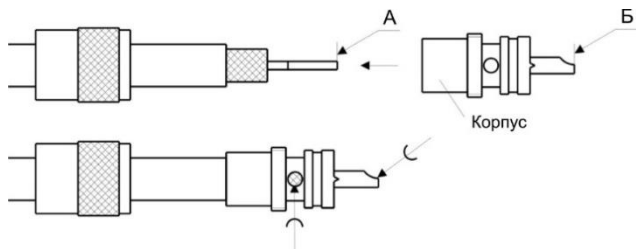




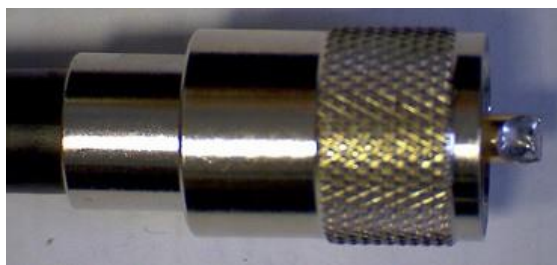
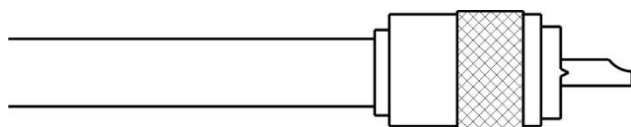
Удалить внешнюю оболочку кабеля, как показано на рисунке.



Надеть корпус на кабель до упора в оболочку кабеля. Прикладывая осевое усилие и вращательное движение по часовой стрелке, накрутить корпус на оболочку до совпадения торца А центрального вывода кабеля с торцом Б вывода корпуса. Центральный вывод припаять к выводу корпуса, а оплетку к корпусу через два отверстия припоем ПОС-61, используя бескислотный флюс.

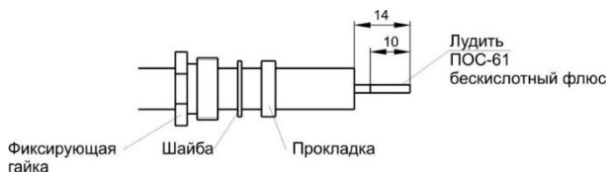


Накрутить накидную гайку на корпус. Проверить на отсутствие замыкания между центральным контактом и корпусом.

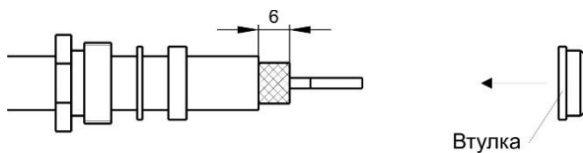


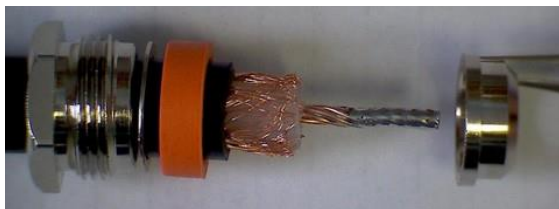
### 11.4 Присоединение соединителя UHF S8P (male) к кабелю. Кабели RG213/U; РК-50-7-11.

Накинуть фиксирующую гайку, шайбу, прокладку на кабель. Надрезать внешнюю оболочку, оплетку, диэлектрик до центрального проводника и удалить надрезанные части. Выдержать размер центрального проводника, как показано на рисунке.

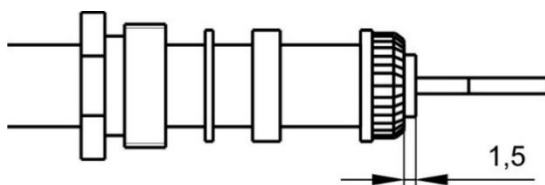


Надрезать внешнюю оболочку и удалить ее, как показано на чертеже. Оплетку расплести и распределить по поверхности диэлектрика. Надеть втулку на внешнюю оболочку и оплетку до упора в торец внешней оболочки.

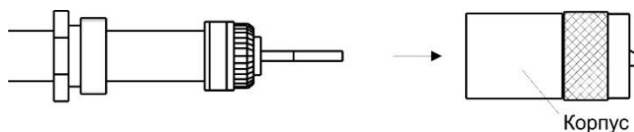




Оплетку распределить по поверхности втулки. Выступление оплетки за внешний диаметр втулки не допускается. Удалить часть диэлектрика, выдерживая размер, указанный на рисунке.

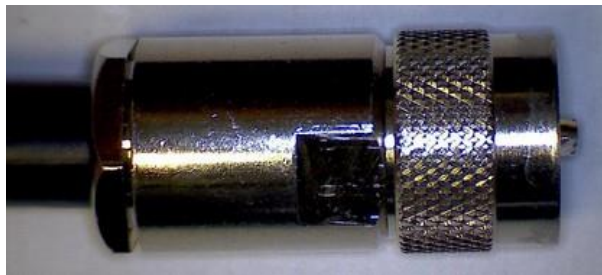
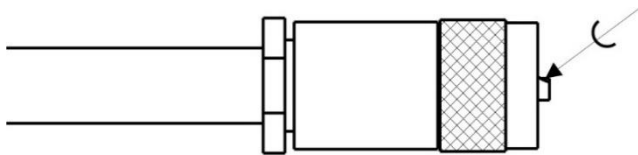


Придвинуть прокладку, шайбу к втулке и вставить в корпус соединителя.



Затянуть фиксирующую гайку в корпусе соединителя. Припаять центральный вывод кабеля к выводу корпуса припоем ПОС-61 с бескислотным флюсом.

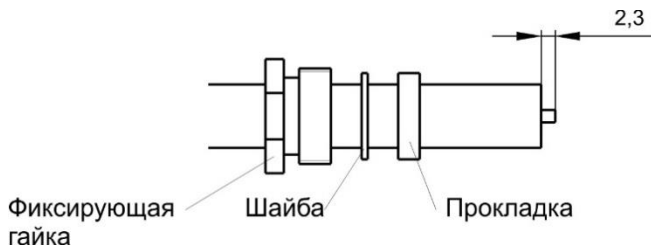


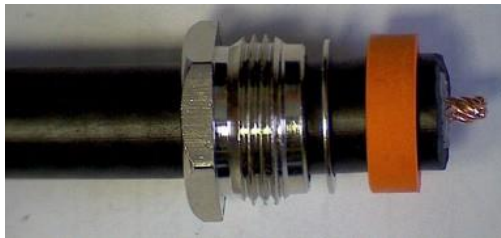


Проверить на отсутствие замыкания между центральным контактом и корпусом.

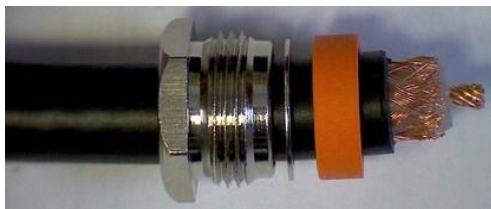
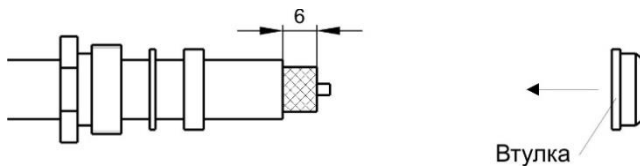
### 11.5 Присоединение соединителя N типа TL 4452 (СН 7304) (male) к кабелю RG213/U; РК-50-7-11

Накинуть фиксирующую гайку, шайбу, прокладку на кабель. Надрезать внешнюю оболочку, оплетку, диэлектрик до центрального проводника и удалить надрезанные части. Выдержать размер центрального проводника, как показано на рисунке.

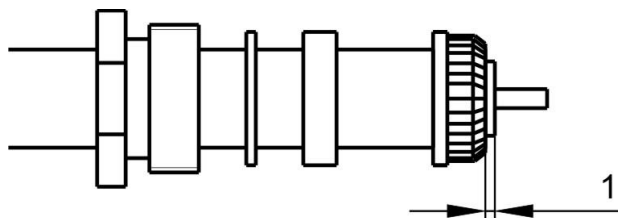




Надрезать внешнюю оболочку и удалить ее, как показано на чертеже. Оплетку расплести и распределить по поверхности диэлектрика. Надеть втулку на внешнюю оболочку и оплетку до упора в торец внешней оболочки.

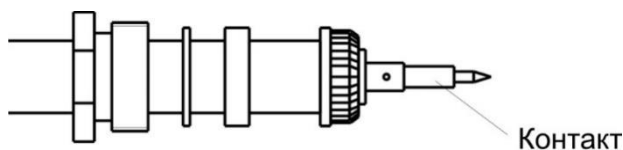


Оплетку распределить по поверхности втулки. Выступление оплетки за внешний диаметр втулки не допускается. Удалить часть диэлектрика, выдерживая размер, указанный на рисунке. Нанести на центральный проводник бескислотный флюс.

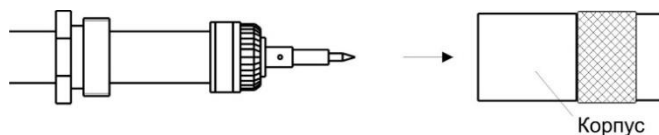




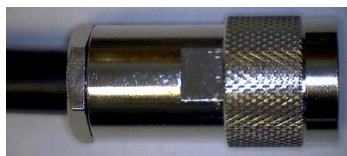
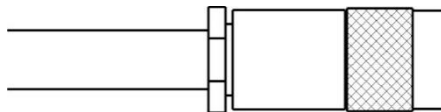
Надеть контакт на центральный проводник, удерживая плотно кабель и контакт, и затем припаять контакт припоем ПОС-61. Контакт при пайке должен плотно прилегать к диэлектрику (при необходимости доработать центральный проводник).



Придвинуть прокладку, шайбу к втулке и вставить в корпус соединителя.



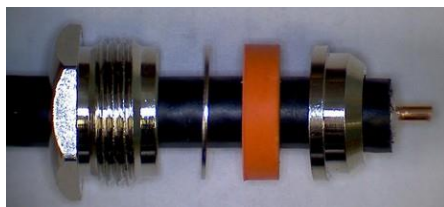
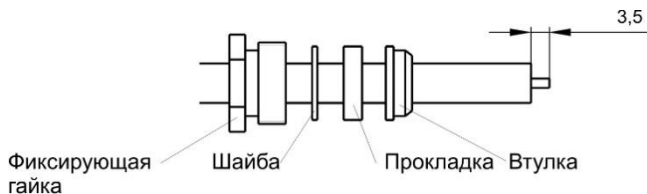
Затянуть фиксирующую гайку в корпусе соединителя.



Проверить на отсутствие замыкания между центральным контактом и корпусом.

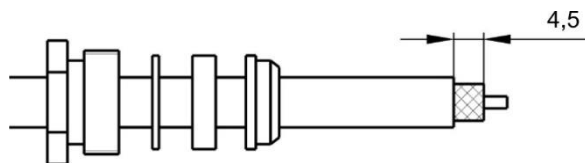
### 11.6 Присоединение соединителя SA-112/5D (female) к кабелю 5D-FB; РК-50-4,8-35

Накинуть фиксирующую гайку, шайбу, прокладку, и втулку на кабель. Надрезать внешнюю оболочку, оплетку, меднолавансановую ленту, диэлектрик до центрального проводника и удалить надрезанные части. Выдержать размер центрального проводника, как показано на рисунке.

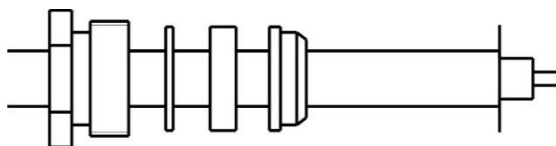


*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

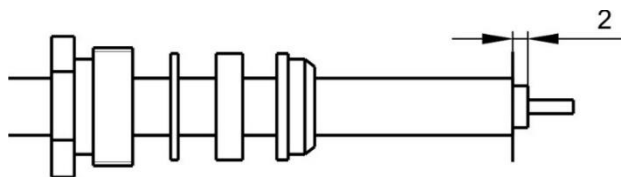
Удалить внешнюю оболочку кабеля, как показано на рисунке.



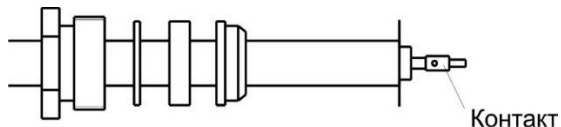
Оплетку расплести, отогнуть на  $90^\circ$  и распределить по окружности.



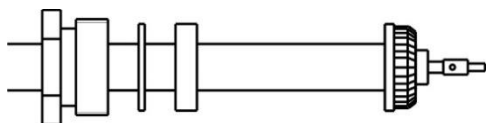
Удалить часть диэлектрика, выдерживая размер, указанный на рисунке. Нанести бескислотный флюс на центральный проводник.



Надеть контакт на центральный проводник, удерживая плотно кабель и контакт, и затем припаять контакт припоем ПОС-61.

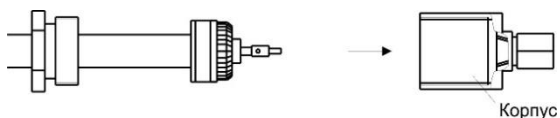


Продвинуть втулку к оплетке. Оплетку распределить по поверхности втулки. Выступление оплетки за внешний диаметр втулки не допускается.

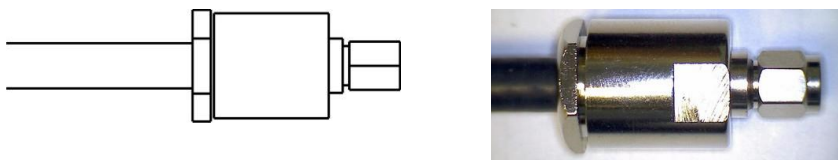




Придвинуть прокладку, шайбу к втулке и вставить в корпус соединителя.



Затянуть фиксирующую гайку в корпусе соединителя.



## **12 Использование электронных карт для оценки трассы (линии) связи и зоны покрытия ретранслятора**

В разделе 5 Особенности распространения радиоволн VHF и UHF диапазонов рассказывалось о «поверхностной» или «земной» волне. Там же приводилась информация об особенностях распространения радиоволн указанных диапазонов. Из раздела вы поняли, что на распространения поверхностной волны сильно влияет рельеф. В настоящее время для проектирования систем радиосвязи используется различное программное обеспечение. Настоящий раздел познакомит вас с двумя программными продуктами, которые могут помочь заранее оценить наличие радиовидимости между пунктами управления. Рассматриваемые продукты:

1. МПК ГП «ZOV Карты»;
2. Radio Mobile.

### **12.1 ZOV Карты**

Мобильный программный комплекс геоинформационной поддержки (далее – МПК ГП) «ZOV Карты» разработан российскими программистами. Представляет собой мобильное приложение, функционирующее под управлением операционной системы Android (от 6 версии). Более подробную информацию вы можете получить, по ссылке:





«ZOV Карты» в автономном режиме (без связи с какими-либо серверами) обеспечивает: навигацию, адресный поиск, отображение картографической информации (карты, спутниковые и фототопографические снимки, справочная и тематическая информация и др.), нанесение, редактирование, приём и передачу оперативно-тактической обстановки, выполнение специальных расчетных задач видов и родов войск (сил).

Для задачи планирования мы воспользуемся функциональностью позволяющей построить профиль рельефа между двумя точками. Это позволит оценить возможность обеспечить прямую видимость, вокруг, например, ретранслятора. Для этого, в дополнение к картографическим слоям должен быть загружен слой рельефа.

Все картографические базы и базы рельефа доступны в группе (Телеграмм-канале) «ZOV Карты».

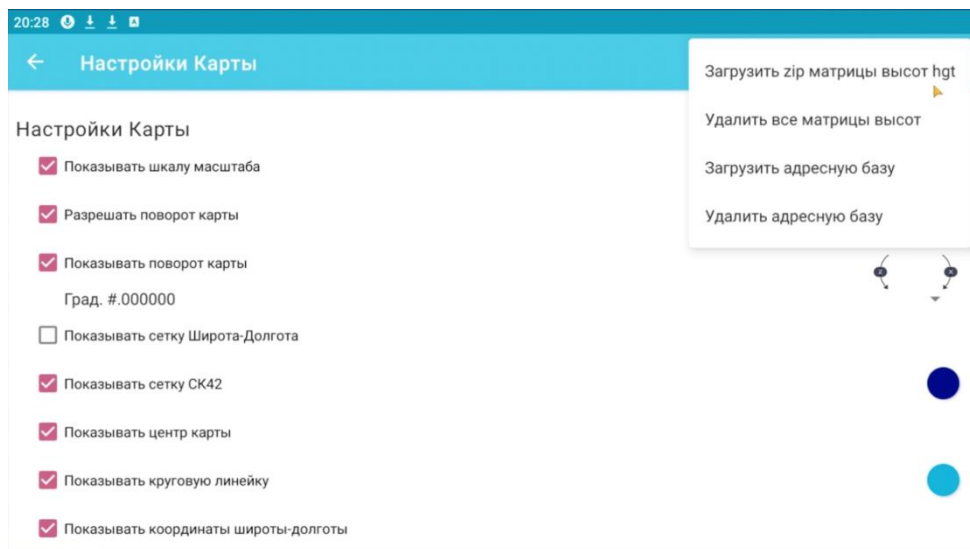


Рисунок 70 – Загрузка файлов рельефа, экран Настройки, верхнее правое меню (три вертикальные точки)

Для вызова экранного меню «Расчет зон видимости» и «Расчет профиля рельефа» нажмите на правый нижний элемент управления – красный кружок.

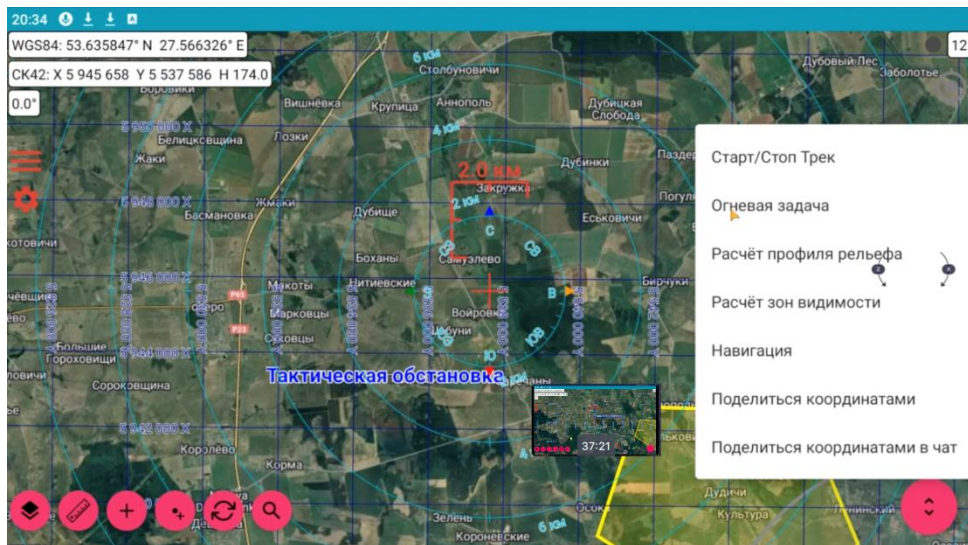


Рисунок 71 – Вызов экранного меню для работы с зонами видимости и профилем рельефа.

Вычисления применяются относительно текущей позиции на карте – координат перекрестия «центра карты».

Выберете меню «Расчет профиля рельефа».

Высоту точки обзора, дополнительно к абсолютной отметке уровня земли, нужно ввести. Таким образом, вы укажете реальную высоту места расположения антенны.

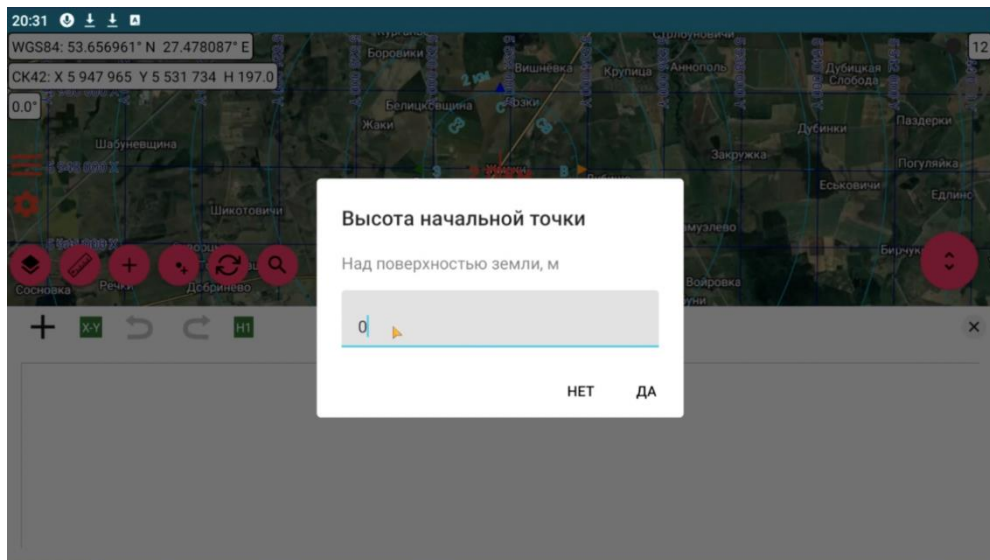


Рисунок 72 – Ввод значения высоты точки обзора для расчета профиля/зоны видимости

Для старта расчета необходимо выбрать вторую точку. После ввода данных внизу экрана планшета (смартфона) отобразится профиль рельефа заданной трассы.

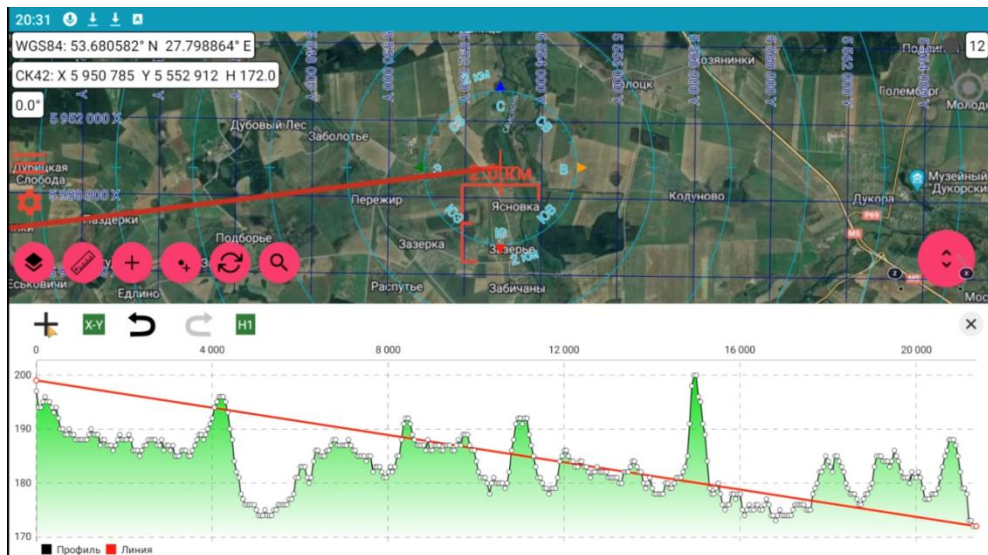


Рисунок 73 – Профиль трассы, в относительных отметках от заданной высоты точки обзора (по ординате) в зависимости от удаления от точки обзора (по абсциссе); масштаб – в метрах

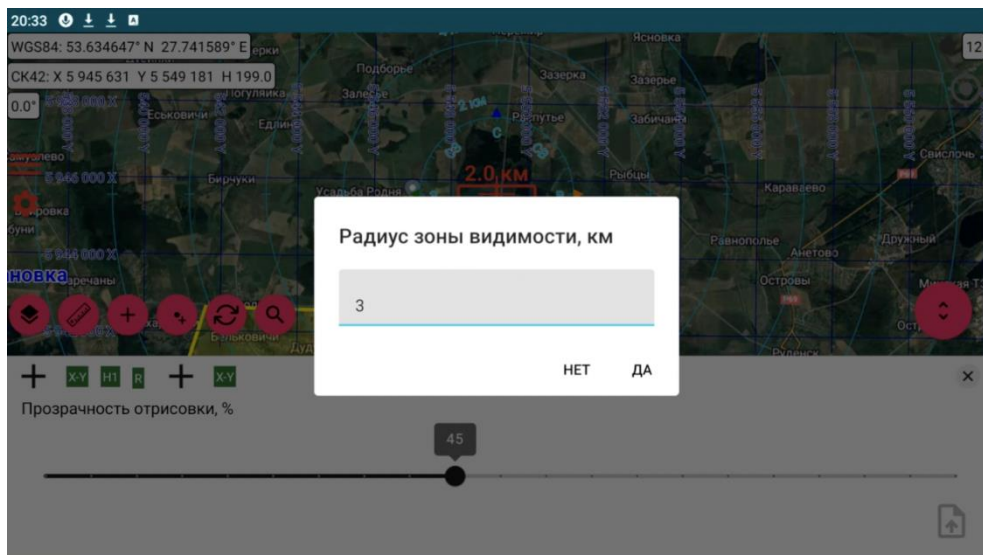
Это достаточно удобный метод для проверки рельефа на трассе радионаправления. Так же можно использовать для выбора опор для радиомостов.

Для объяснения функциональности «Расчет зон видимости» представим, что в точке обзора расположен источник света – лампа без абажура. Лампа светит во все стороны и освещает одни, но не освещает другие участки местности. Свет от лампы не может проникнуть за преграды, которые созданы рельефом местности. В рамках программы именно преграды, созданные рельефом, так как природные (лесополоса) либо искусственные препятствия (элеватор) не учитываются.

Для начала расчета выберете меню «Расчет зон видимости».

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

Введите радиус (расстояние), на котором вам необходимо проверить наличие прямой видимости. Возьмем, например, три (3) километра.



*Рисунок 74 – Задаем желаемую (в прямой видимости) зону связи от источника УКВ сигнала.*

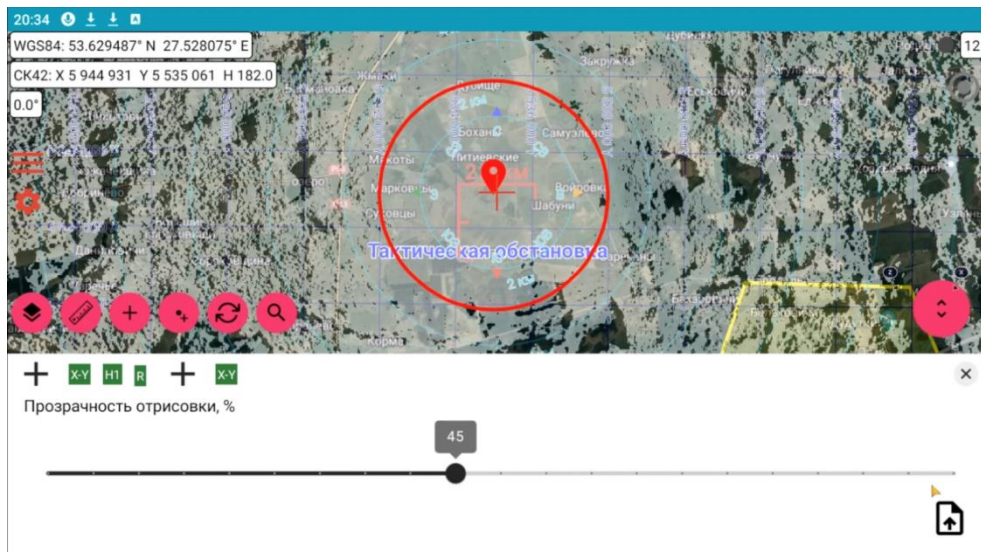


Рисунок 75 – Отображение зоны видимости

Для удобства оценки результата, можно динамически задавать различную прозрачность сформированного слоя. Это позволит, перемещаясь по карте затенений исследовать объекты, которые препятствуют распространению радиоволн. Высоту этих объектов можно оценить, воспользовавшись меню «Расчет профиля рельефа».

Предварительное исследование с помощью инструментов «Расчет зон видимости» и «Расчет профиля рельефа» позволяет спрогнозировать зону обслуживания ретранслятора(ов). Предварительная оценка позволит более эффективно спланировать радиосети воинского формирования.

Программа «ZOV Карты» позволяет выгрузить расчет зоны затенения в отдельный файл. Этот файл можно переслать на другие устройства.

## **12.2 Программное обеспечение Radio Mobile**

Программное обеспечение Radio Mobile представляет собой программу компьютерного моделирования. Программа может использоваться для расчета зон охвата базовой станции/ретранслятора или оценки эффективности других радиосетей.

При расчетах, в программе учитываются высота окружающей местности и различные параметры радиостанций/ретрансляторов (радиооборудования).

Программа может функционировать под управление ОС Windows или Linux. Программное обеспечение функционирует автономно. Подключение к сети Интернет не требует. Русифицировано. Программа использует данные высот местности из баз данных SRTM или DTED. Так же доступны для использования картографические базы и базы рельефа из группы (Телеграмм-канала) разработчиков «ZOV Карты».

Программа использует следующие параметры для создания карт с отображением зон уверенного приема:

- Местоположение передатчика;
- Выходная мощность передатчика;
- Частота;
- Тип антенны;
- Диаграмма направленности антенны;
- Коэффициент усиления антенны;
- Затухание в линии, включая фильтры и многоканальные разветвители;
- Данные о местности и высотах.



При создании модели Программа оперирует тремя сущностями:

1. Сеть;
2. Система;
3. Станция.

Сеть – определяет общую группу радиостанций и набор рабочих характеристик. Она включает базовые станции, мобильные станции и портативные станции в пределах радиосети. Так же здесь фиксируется частотный диапазон для планируемой сети.

Система – определяет конкретные рабочие характеристика любой радиостанции. Сюда относятся: мощность передатчика, чувствительность приемника, затухание в линии, высота подвеса антенны, тип антенны и коэффициент усиления антенны.

Станция – каждая радиостанция в сети. Сюда относятся: базовые станции, ретрансляторы, мобильные станции и портативные станции. Технические характеристики станции определяют ее географическое расположение. При вводе данных следует сохранять соотношение между различными элементами программы.

Учитывая сложность Программы в документе не будет приведен алгоритм работы с Radio Mobile. Продукт имеет русскоязычную документацию для Пользователей.

Продукт хорошо описан в видео «Связной обзор. Выпуск 32. «Планирование развертывания УКВ-радиосетей (направлений) на местности» на YouTube-канале Нерв.

[https://www.youtube.com/watch?v=y\\_fQ7dTt1xo&t=1336s](https://www.youtube.com/watch?v=y_fQ7dTt1xo&t=1336s)

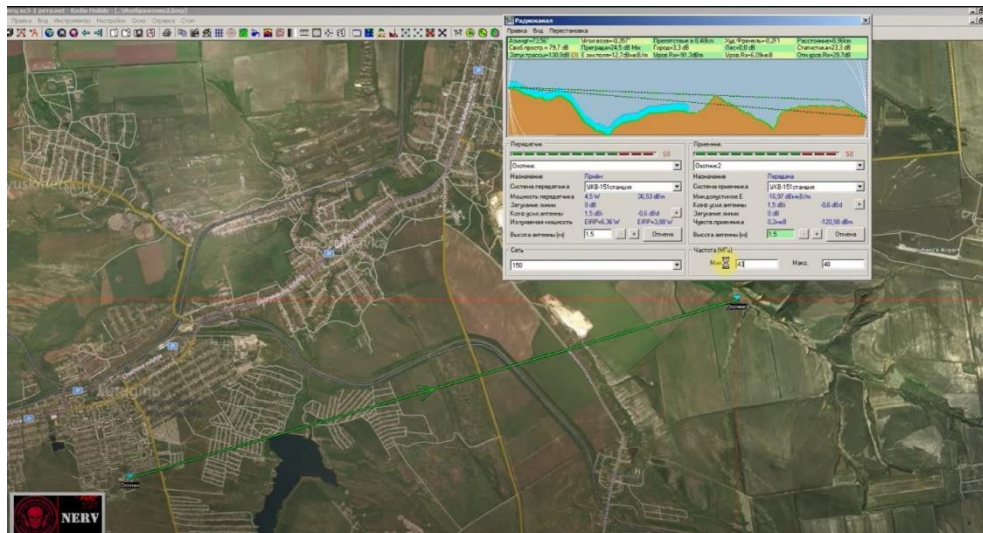


Рисунок 76 – Профиль трассы с дополнительной информацией необходимой Radio Mobile для проведения расчета



Ссылка на связной обзор. Выпуск 32.  
Планирование развертывания УКВ-радиосетей  
(направлений) на местности

## 13 Приложения и дополнительные материалы<sup>14</sup>

### 13.1 Принцип работы системы тонового и кодового доступа

В аналоговых радиостанциях, для адресного вызова корреспондента (группы корреспондентов) применяется системы CTCSS (Continuous Tone-Coded Squelch System или Continuous Tone-Controlled Selective Signaling) и DCS (Digital Coded Squelch - цифровой кодированный шумоподавитель). Так же называемые «коды конфиденциальности». Это не шифрование!

Основной целью применения систем CTCSS/DCS является снижение ненужной шумовой и информационной нагрузки на оператора и нагрузки на репитер. На рисунке ниже изображена полоса частот на выходе приемника (демодулятора).

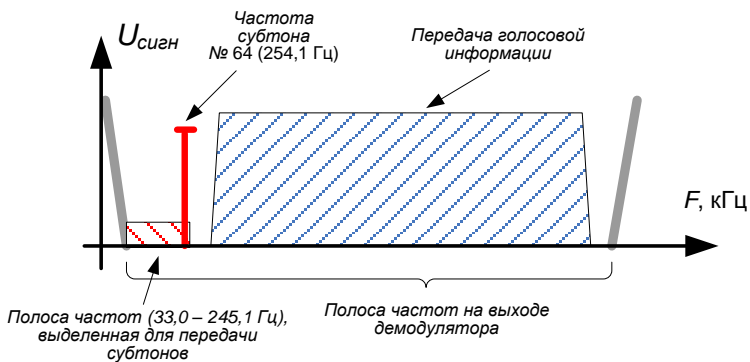


Рисунок 77 – Спектр сигнала на выходе демодулятора приемника

<sup>14</sup> Материалы для настоящего раздела подготовлены к.т.н. Горбачем А.

Как вы можете видеть существует полоса частот на участке не занятой голосом корреспондента. В этой полосе частот и размещаются частоты субтонов CTCSS.

Т.е. CTCSS добавляет суб-звуковой тон к передаваемому сигналу. Суб-звуковой тон располагается ниже (sub – «под», снизу) полосы частот, выделенной для передачи голоса. Распознав полученный суб-тон шумоподавитель или, откроется, или останется закрытым. Сообщения с несовпадающим тоном не пропустит шумоподавитель. Ваша радиостанция не будет озвучить те сообщения, которые несут тон CTCSS отличный от указанного в конфигурации вашей радиостанции. Только в том случае, если входящий сигнал имеет тот же тон, что и ваш вы получите вызов. Большинство производителей аналоговых радиостанций используют 38 тонов CTCSS, каждый из которых представлен определенной частотой в диапазоне от 33,0 до 245,1 Гц.

DCS представляет собой альтернативу CTCSS, но использует процессор цифровой обработки сигналов. В DCS для разделения абонентов используются двоичные коды, а не субтоны. Так называемый «кодовой доступ». Каждый DCS-код представляет собой восьмеричное число, состоящее из 12 бит поля данных и 11 бит вектора четности. код, состоящий из 23 битов, постоянно посылаемых в FSK-модуляции со скоростью 134.3 бита в секунду. Каждый бит имеет длительность 7,5 мс с общей длительностью 172,5 мс.

Описанные системы никак не влияют на защищенность канала от прослушивания! Никто не может помешать противнику подобрать нужный номер субтона (кода) простым перебором. Или выключить режим CTCSS/DCS на своей радиостанции и прослушивать все переговоры на выбранной частоте, вне зависимости от субтонов.

### **13.2 Скремблирование в аналоговой радиосвязи**

Изначально, скремблирование предназначалось для устранения длинных последовательностей «0» или «1» возникающих при передаче цифрового сигнала. Длинные последовательности «0» или «1» могли возникать, по причине передачи однородной информации. Например, при передаче факса, белый цвет (часть листа без текста) кодируется «0», а черный цвет кодируется «1». Таким образом, при передаче поля без рисунков и текста, шла длинная последовательность «0», а при передаче черной полосы возникали длинные последовательности «1». Для обеспечения безошибочной передаче информации по каналам связи нужно было устранять такие длинные последовательности одинаковых знаков. Более подробно об этом рассказывает теория линейного кодирования и синхронизации.

Появившийся термин **«скремблирование»** означал перемежение, т.е. перемешивание «0» и «1». Скремблирование проводится по определенному алгоритму. С некоторой натяжкой назовем этот алгоритм «ключом» (именно в кавычках). Конечно, не зная данный алгоритм, принять передаваемую информацию, подвергнутую скремблированию невозможно.

Именно этот факт, стал отправной точкой для применения скремблирования в том числе, в качестве способа сокрытия содержимого передаваемой не секретной информации. Для простого обывателя и по сей день скремблирование – непреодолимое препятствие для расшифровки.

Однако, для специалиста, такой способ защиты информации не является непреодолимым. За считанные минуты, специалист может подобрать «ключ» и начать принимать информацию в «расшифрованном» виде. Поэтому скремблирование не может

применяться для «шифрования» важной, значимой информации. Именно поэтому слово «ключ» в тексте выше намеренно взято в кавычки. Скремблирование – не шифрование! Алгоритм для процедуры обратной скремблированию легко воспроизводится даже на самых маломощных вычислительных средствах.

Под аналоговым скремблированием<sup>15</sup> понимается изменение характеристик речевого сигнала так, чтобы полученный сигнал, обладая свойствами речевой неразборчивости, занимал такую же полосу частот, что и исходный открытый сигнал. При использовании этого метода в закрытом сигнале присутствуют фрагменты исходного открытого речевого сообщения, преобразованные в частотной или временной областях.

Аналоговые скремблеры преобразуют исходный речевой сигнал посредством изменения его амплитудных, частотных и временных параметров в различных комбинациях. Скремблированный сигнал может быть передан по каналу связи в той же полосе частот, что и исходный, открытый.

При скремблировании может использоваться преобразование речевого сигнала по трем (3) параметрам: амплитуде, частоте и времени. В системах подвижной радиосвязи практическое применение нашли частотные и временные методы преобразования сигнала, а также их комбинации.

При частотных преобразованиях сигнала в средствах подвижной радиосвязи чаще всего используются следующие виды скремблирования:

---

<sup>15</sup> А.М. Голиков, Исследование методов аналогового скремблирования, Учебно-методическое пособие по лабораторной работе

- частотная инверсия сигнала (преобразование спектра сигнала с помощью гетеродина и фильтра);
- разбиение полосы частот речевого сигнала на несколько поддиапазонов и частотная инверсия спектра в каждом относительно средней частоты поддиапазона (Рисунок 78);

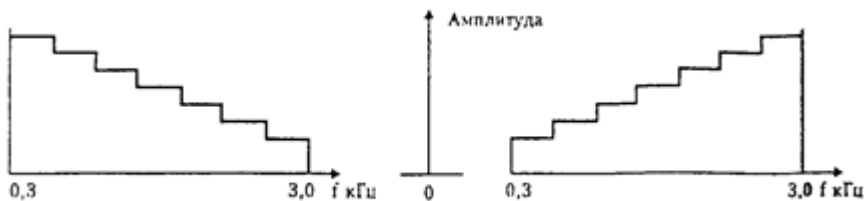


Рис.3. Принцип работы инвертора спектра речи.

Рисунок 78 – Принцип работы инвертора спектра речи

- разбиение полосы частоты речевого сигнала на несколько поддиапазонов и их частотные перестановки (Рисунок 79);

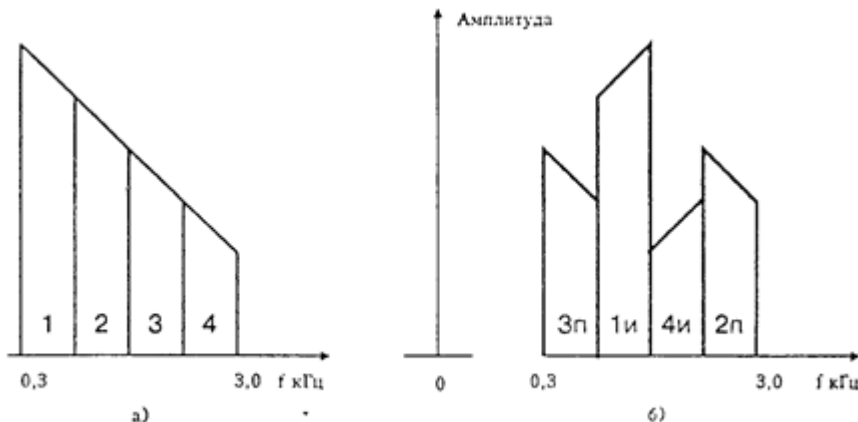


Рис.4. Принцип работы 4-х полосового скремблера речи.

Рисунок 79 – Принцип работы 4-х полосового скремблера речи

- разбиение полосы частоты речевого сигнала на несколько поддиапазонов, их частотные перестановки и частотная инверсия спектра в каждом относительно средней частоты поддиапазона.

При временных преобразованиях производится разбиение сигнала на речевые сегменты и применение к ним операций инверсии и перестановок во времени. При этом используются следующие способы закрытия:

- инверсия по времени протяженных сегментов речи;
- временные перестановки коротких фрагментов в сегментах речевого сигнала;
- временные перестановки коротких фрагментов и их инверсия в сегментах речевого сигнала<sup>15</sup>.

Таким образом к недостаткам скремблирования как способа сокрытия передаваемой информации можно отнести два основных факта:

- Простота алгоритма преобразования.
- Постоянство алгоритма («ключа») преобразования.

Особенности алгоритма преобразования мы разъяснили выше.

Второй факт говорит о том, что данный алгоритм зашит в радиостанцию и не может быть изменен. В некоторых радиостанциях в меню есть выбор одного из нескольких алгоритмов (как правило 3-10). Однако внести изменение в выбранный «ключ» невозможно. При наличии у противника радиостанций той же модели выбрать используемый вами алгоритм («ключ») противник может банальным перебором номеров ключей.



Таким образом, если ваша радиостанция поддерживает только скремблирование, то при решении боевых задач она может использоваться только с учетом всех требований к СУВ. Вы должны понимать, что противник может в реальном времени слушать все то, что вы говорите в эфир!

### **13.3 Виды приемников. Преимущества супергетеродинной схемы**

Возможно, вы слышали о «детекторном приемнике». Зачастую это было синонимом дешевизны, простоты и доступности. Но время не стоит на месте и по мере эволюции радиотехники мы прошли путь от детекторных до супергетеродинных схем приемников. И, как нам казалось, бюджетные решения навсегда ушли в прошлое. Но в настоящее время, по причине дешевизны, производители сделали один шаг назад от супергетеродинных схем и вернулись к схеме с одним преобразованием. В настоящее время схема с одним преобразованием реализуется с использованием интегральных схем («чипов», микросхем) называемых RDA.

Чтобы проиллюстрировать эволюцию используемых схем приемников (структурных схем приемных трактов) рассмотрим следующую классификацию (Рисунок 80).

Приведенная классификация весьма условна и не претендует на полноту, но в целом дает представление об эволюционном развитии схемотехники радиоприемников. Так же она содержит информацию о том к какому классу по типу приемников относится то оборудование радиосвязи, с которым вам приходится работать.

Детекторная схема не имеет таких этапов как усиление по высокой (усилитель высокой частоты, далее – УВЧ) и низкой частоты (усилитель низкой частоты, далее – УНЧ). Как следствие она обладает

низкой чувствительностью и плохой избирательностью. Приемник, реализованный на детекторной схеме, может принимать только мощные вещательные станции и для применения в составе средств радиосвязи непригодна.

Приемники прямого усиления имеет в своем составе УВЧ и УНЧ. Однако, из-за необходимости перестраивать УВЧ и фильтры входящие в состав приемника при изменении пользователем рабочей частоты имеют неравномерную характеристику усиления и плохую избирательность. В профессиональных средствах связи не используются.

Приемники с одним преобразованием или приемники прямого преобразования, или гомодинные приемники, выполняют перенос принятого радиосигнала на промежуточную частоту. RDA-микросхема это больше чем приемник прямого преобразования. Внутри корпуса такой микросхемы могут находиться и другие элементы, например операционные усилители, специальный процессор обработки (демодуляции) сигнала, цифро-аналоговый преобразователь.

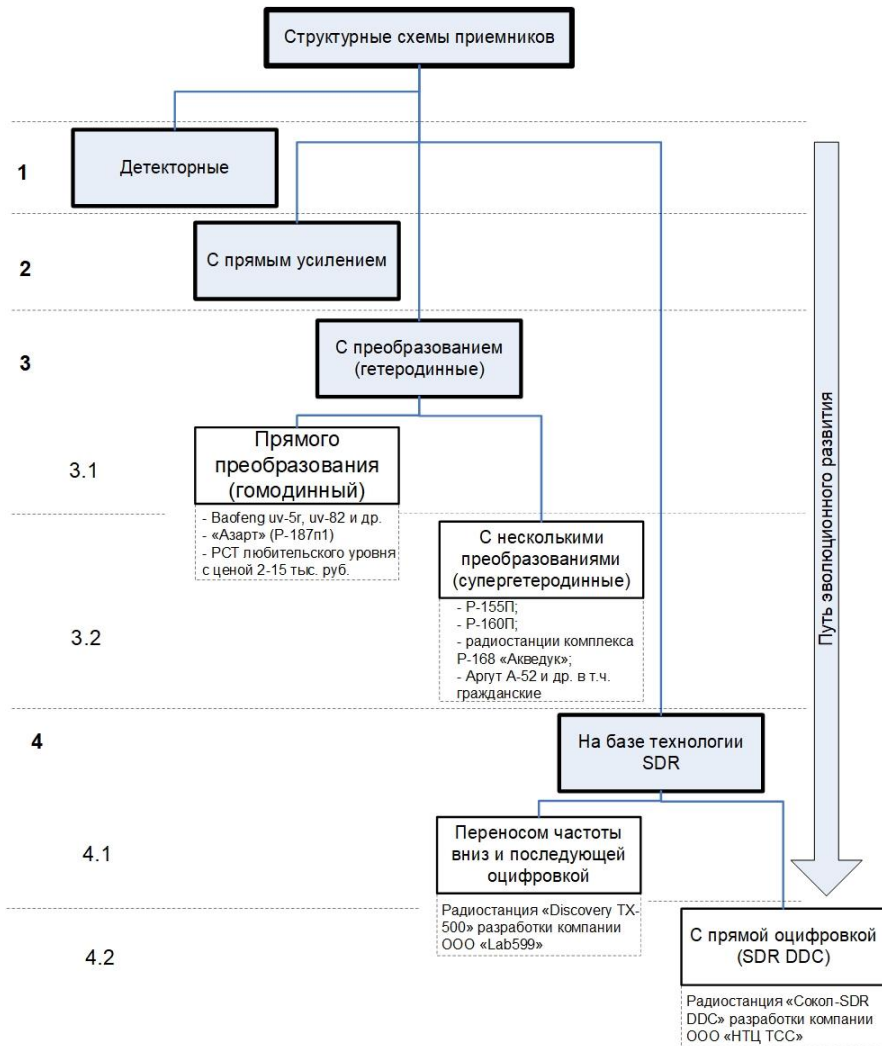


Рисунок 80 – Классификация принципов построения приемников

После предварительного усиления принятый радиосигнал преобразуется (переносится) из области рабочих частот на всегда одну

и ту же выбранную конструктором промежуточную частоту. Эту работу выполняет гетеродин.

Гетеродин – это маломощный генератор электрических колебаний, применяемый главным образом в преобразователях частоты в различных устройствах связи и измерительной техники. Гетеродин создаёт колебания вспомогательной частоты, взаимодействующие с сигналами, поступающими на вход приемника. В результате работы гетеродина и элементов RDA-микросхемы таких как синтезатор и смеситель (далее – СМ) порождается описанная выше промежуточная частота.

Вся последующая обработка сигнала (усиление, фильтрация) происходит на промежуточной частоте (далее – ПЧ).

Благодаря этому, используемые приемником прямого преобразования УВЧ и фильтры не перестраиваются в зависимости от рабочей частоты радиостанции. Такие приемники имеют более равномерные характеристики и гораздо проще и дешевле в изготовлении чем их предшественники. В целом, данная схема построения приемника имеет наименьшую стоимость из тех, которые могут применяться на практике. По такому принципу работают приемники радиостанций, реализованные на базе чипа RDA1846 и его аналогов. По такому же принципу построен приемник широко известной радиостанции Р-187 комплекса «Азарт».

Однако, применение гетеродина, помимо очевидных достоинств, обладает еще большими и очень существенными недостатками. При переносе частоты используется смеситель, на один вход которого подается рабочая частота ( $F_{\text{раб.}}$ ), на второй вход смесителя подается частота гетеродина ( $F_{\text{гет.}}$ ).

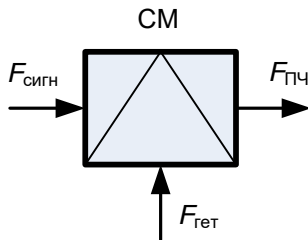


Рисунок 81 – Принцип преобразования частоты

При этом результирующая частота будет иметь значение:

$$nF_{\text{пч}} = F_{\text{сигн}} \pm F_{\text{гет}},$$

где  $n = 1, 2, 3, \dots$  – множитель означающий номер гармоники. А гармоники – это паразитные гармонические колебания, расширяющие спектр (ширину полосы) полученного результирующего сигнала.

Для устранения появившихся рядом с используемой  $F_{\text{пч}}$  паразитных колебаний, на выходе смесителя должны ставиться фильтры. Ключевым словом является – **ДОЛЖНЫ**. В результате с выхода фильтров предназначенных для удаления паразитных гармоник должна поступать только одна частота –  $F_{\text{пч}}$ .

$$F_{\text{пч}} = F_{\text{сигн}} + F_{\text{гет}}$$

при переносе  $F_{\text{пч}}$  выше рабочей частоты, или

$$F_{\text{пч}} = F_{\text{сигн}} - F_{\text{гет}},$$

при переносе ниже рабочей частоты. В разных приемниках перенос реализован одним из двух описанных способов. Как правило  $F_{\text{пч}}$  выбирается ниже диапазона рабочих частот. Поэтому считаем, что смеситель работает по формуле:

$$F_{\text{пч}} = F_{\text{сигн}} - F_{\text{гет}}.$$

Но даже если мы решили, что необходимая для работы приемника  $F_{ПЧ}$  получается «вычитанием» (переносом вниз), специфика реализации СМ породит так называемый зеркальный канал. Зеркальный канал ( $F_{зерк}$  – частота зеркального канала) – это частота, отстоящая от частоты полезного сигнала на тоже значение [Гц], что используется гетеродином ( $F_{гет}$ ).  $F_{зерк}$  изменяется вместе с рабочей частотой ( $F_{сигн}$ ).

Соответственно,  $F_{зерк} = F_{сигн} + F_{гет}$ , где  $F_{зерк}$  – это частота зеркального канала, расположенная «справа» (вверх) от  $F_{сигн}$ .

Таким образом, кроме основной рабочей частоты ( $F_{сигн}$ ), приемник прямого преобразования пропускает на вход еще несколько каналов приема (частот отличных от  $F_{сигн}$ ):

- порожденный работой смесителя зеркальный канал на  $F_{зерк}$ ;
- канал приема по ПЧ, совпадающий с  $F_{ПЧ}$ , т.к.  $F_{ПЧ}$  нельзя фильтровать (отбрасывать);
- побочные каналы на частотах гармоник<sup>16</sup> схожие с  $F_{сигн}$ ,  $F_{ПЧ}$  и  $F_{зерк}$  и вызывающие искажение сигналов, от которых порождены.

Бороться с паразитными каналами приема даже с использованием специальных фильтров крайне тяжело и дорого. В схеме с одним преобразованием эти фильтры должны быть перестраиваемыми, чтобы обеспечить подавление зеркального канала меняющегося одновременно с изменением рабочей частоты. Как следствие частота зеркального канала зависит от рабочей частоты, при этом канал приема по ПЧ должен всегда работать на одной частоте.

---

<sup>16</sup> Гармоника – это частотные составляющие сигнала, кратные его основной частоте. Во сколько раз гармоника больше основной частоты – такой ее номер. То есть, если она в три раза больше – то это «3-я гармоника», если в пять раз – «5-я гармоника» и т.д.

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

Поэтому помеха, совпадающая с  $F_{\text{пч}}$  («помеха по ПЧ) может полностью подавить радиолинию, функционирующую на  $F_{\text{сигн}}$ . При этом от помехи не спасет даже применение ППРЧ. Для надежного подавления паразитного канала приема по ПЧ, на входе приемника ДОЛЖЕН устанавливаться режекторный фильтр, вырезающий помеху на данной частоте.

Столкнувшись со всеми описанными недостатками радиоконструкторы придумали супергетеродинную схему.

Супергетеродинная схема – это схема с несколькими (два и более) преобразованиями. Особое внимание хотелось бы обратить на то, что это НЕСКОЛЬКО преобразований, т.е. несколько смесителей и гетеродинов! В сети Интернете масса статей, где в качестве примера супергетеродинной схемы приводится структурная схема приемника с прямым преобразованием. Это в корне неверно!

Теперь о том, зачем в приемных трактах нужна супергетеродинная схема.

В супергетеродинной схеме ПЧ второго и третьего преобразований надежно «спрятаны» за входными полосовыми фильтрами преселектора. Преселекторы достаточно эффективно подавляют излучения вне назначенной полосы пропускания. Это еще одно из ключевых требований к хорошему приемнику – приёмник ДОЛЖЕН иметь преселектор с переключаемыми полосовыми фильтрами 5-го – 7-го порядка<sup>17</sup>!

---

<sup>17</sup> Чем больше ослабление в полосе задержания и выше порядок фильтра, тем круче наклон амплитудно-частотной характеристики (АЧХ). Порядок фильтра указывает на количество L- и C- элементов: в фильтре пятого порядка будет, например, три емкости и две индуктивности.

Частоты зеркальных каналов второго и третьего преобразований постоянны так как образованы от  $F_{ПЧ}$  поступающих на вход второго и третьего смесителей, а не от рабочей частоты. Для надежного подавления этих каналов могут применяться качественные, относительно просто реализованные, непереключаемые фильтры.

Супергетеродинная схема построения приемников – это не экзотика. Это совершенно стандартный подход для военных радиоприемников и радиостанций.

Так, например, в радиостанции Р-168 используется супергетеродинный приемник с тремя гетеродинами.

Первый гетеродин перестраивается в полосе частот:

$$F_{\text{гет1}} = 64 \text{ МГц} \div 92,5 \text{ МГц и шагом } 2 \text{ кГц.}$$

Это обеспечивает перенос частот на первую ПЧ:

$$F_{\text{ПЧ1}} = 62,5 \text{ МГц.}$$

Второй гетеродин имеет постоянную частоту:

$$F_{\text{гет2}} = 57,5 \text{ МГц} \pm 2 \text{ кГц и шагом } 100 \text{ Гц.}$$

Вторая промежуточная частота:  $F_{\text{ПЧ2}} = 5 \text{ МГц}$ .

Третий гетеродин имеет постоянную частоту:  $F_{\text{гет3}} = 5 \text{ МГц}$ .

С выхода третьего гетеродина нижняя гармоника получается в спектре звуковых частот.



## **14 Сокращения, термины и определения**

### **14.1 Русскоязычные сокращения используемый в Пособии**

<b>АВ</b>	–	Автоматический выключатель
<b>АКБ</b>	–	Аккумуляторная батарея
<b>АТС</b>	–	Автоматическая телефонная станция
<b>АФУ</b>	–	Антенно-фидерные устройства
<b>БтГ</b>	–	Батальонная тактическая группа
<b>ГПСЧ</b>	–	Генератор псевдослучайных чисел
<b>ГСЧ</b>	–	Генератор случайных чисел
<b>ЗС</b>	–	Зарядная станция
<b>КНП</b>	–	Командно-наблюдательного пункт
<b>МПК ГП</b>	–	Мобильный программный комплекс геоинформационной поддержки
<b>мсб</b>	–	Мотострелковый батальон
<b>НС</b>	–	Начальник связи
<b>ОШС</b>	–	Организационно-штатная структура
<b>ПАГ/ДАГ</b>	–	Полковая/дивизионная артиллерийская группа
<b>ПВ</b>	–	Поверхностная волна
<b>ПП</b>	–	Прямое преобразование принимаемого сигнала
<b>ППУ</b>	–	Передовой пункт управления
<b>ПРД</b>	–	Передатчик
<b>ПРМ</b>	–	Приемник
<b>ПУ</b>	–	Пункт управления
<b>ПУО</b>	–	Пункт управления огнем
<b>ПЧ</b>	–	Промежуточная частота
<b>Р/С</b>	–	Радиосеть
<b>РСТ</b>	–	Радиостанция
<b>СГ</b>	–	Супергетеродинная схема приемника
<b>СМ</b>	–	Смеситель
<b>СОС</b>	–	Схема организации связи

<b>СУВ</b>	–	Скрытое управление войсками. Комплекс технических и организационных мер направленных на сокрытие от противника сведений, используемых при управлении войсками и оружием.
<b>тб</b>	–	Танковый батальон
<b>УВЧ</b>	–	Усилитель высокой частоты
<b>УМ</b>	–	Усилитель мощности
<b>УНЧ</b>	–	Усилитель низкой частоты

## **14.2 Англоязычные сокращения используемые в Пособии**

<b>CPS (Customer Programming Software)</b>	–	Программное обеспечение программирования клиента (разг. ЦПС). Программное обеспечение для программирования (конфигурирования) радиостанции.
<b>CTCSS (Continuous Tone-Coded Squelch System или Continuous Tone-Controlled Selective Signaling)</b>	–	Система для снижение ненужной шумовой и информационной нагрузки на оператора и нагрузки на репитер основанная на добавлении т.н. суб-тонов.
<b>DCS (Digital Coded Squelch)</b>	–	Система для снижение ненужной шумовой и информационной нагрузки на оператора и нагрузки на репитер основанная на добавлении двоичных кодов посылаемых в FSK-модуляции со скоростью 134.3 бита в секунду.
<b>DMR (Digital Mobile Radio)</b>	–	Цифровая Подвижная Радиосвязь. Международный стандарт цифровой подвижной радиосвязи.

- GSM (Global System for Mobile communications)** — Глобальная система мобильной связи – стандарт, разработанный Европейским институтом стандартов телекоммуникаций для описания протоколов для цифровых сотовых сетей второго поколения, используемых мобильными устройствами, такими как мобильные телефоны
- IP Site Connect** — Технология IP Site Connect (IPSC) создана для расширения зоны обслуживания DMR-сети. Если ретранслятор поддерживает технологию IPSC, то возможно объединить несколько ретрансляторов используя TCP/IP-сети.
- IP-ATC** — Автоматическая телефонная станция, обрабатывающая IP-трафик (VoIP)
- PoC (Push to Talk over cellular)** — Технология связи (протоколы, устройства, программное обеспечение), объединяющая преимущества GSM-сетей, VoIP-сетей и сетей радиосвязи.
- RDA** — RDA Microelectronics – компания по производству полупроводниковых мощностей. Производитель популярных у производителей радиостанций больших интегральных микросхем, совмещающих в своей схемотехнике «схему с одним преобразованием». Например, микросхема RDA1846/BK4815.
- RoIP (Radio over Internet Protocol)** — Общее название технологии (протокола, устройств, программного обеспечения) обеспечивающей преобразование аудиосигнала радиостанции в цифровые данные, подходящие для передачи по протоколам TCP/IP (VoIP) и обратно.

- SFR (Single Frequency Repeater)** — Одночастотный репитер (радиоудлинитель, радиомост). Устройство (радиостанция), которая повторяет в эфир полученные сообщения обеспечивая "удлинение" радиолинии.
- SQL (Squelch)** — Пороговый шумоподаватель.
- TCP/IP** — Метод и группа технологий (протоколов), определяющие стандарты связи в сетях передачи данных. Содержит подробные соглашения о маршрутизации и межсетевом взаимодействии.
- TDMA (Time Division Multiple Access)** — Множественный доступ с разделением по времени. Способ использования радиочастот, когда в одном частотном интервале находятся несколько абонентов, но эти абоненты используют разные временные слоты (интервалы) для приема/передачи информации.
- VoIP (Voice over Internet Protocol)** — Голос через Интернет-протокол. Также называемый IP-телефонией. Представляет собой метод и группу технологий для передачи голоса по сетям передачи данных, например, Интернет или ведомственные сети, сети операторов связи.
- VSAT (Very Small Aperture Terminal)** — Двусторонняя спутниковая наземная станция с антенной-тарелкой размером менее 3,8 метра. Большинство антенн VSAT имеют диапазон от 75 см до 1,2 м.

### **14.3 Определения**

<b>VSAT-терминал</b>	VSAT (Very Small Aperture Terminal) – это разновидность станций спутниковой связи, предполагающая использование антенн малого диаметра (Very Small). Снижение диаметра антенны достигается использованием в составе VSAT-сети базовой/узловой станции (Хаба или HUB) с антенной большого (более 5 метров) диаметра дополненной мощным усилителем.
<b>АМУ</b>	Экспресс-АМУ1 - геостационарный спутник связи, принадлежащий ФГУП «Космическая связь»
<b>Канал связи</b>	Канал связи образуется тремя (3) элементами: передающим устройством, средой распространения информации, приемным устройством. Среда распространения зависит от вида связи (проводная, радиосвязь, оптическая линия и т.п.). Соответственно изменяются приёмные/передающие устройства. В DMR – это радиопередатчик, атмосфера земли, радиоприемник.
<b>Логический канал</b>	Набор параметров, конфигурируемый при программировании DMR радиостанции.
<b>Ямал</b>	Общее название геостационарных спутников связи и непосредственного телевидения, принадлежащих АО «Газпром космические системы»

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

## 15 Благодарности, материалы

В настоящем сборнике использованы материалы авторов и коллективов:

Георгий RX9С1М, Вадим RT8А, Сергей R8ACD, Артем @ASTRO9600, «Аргут», «Комбат», «Центр новых технологий», «Месть доброй воли», Тимур «Киба», Макс «Каскад», **А. Морозов** («Мурз»), С. Самохвалов, А. Игонин, коллектив проекта ZOV, А. Горбач.

Отзывы и пожелания: [manual.dmr@mail.ru](mailto:manual.dmr@mail.ru)

В иллюстрациях использованы фрагменты народных рисунков в поддержку героев СВО.

В память о воинах, некоторые из которых уже не вернутся.

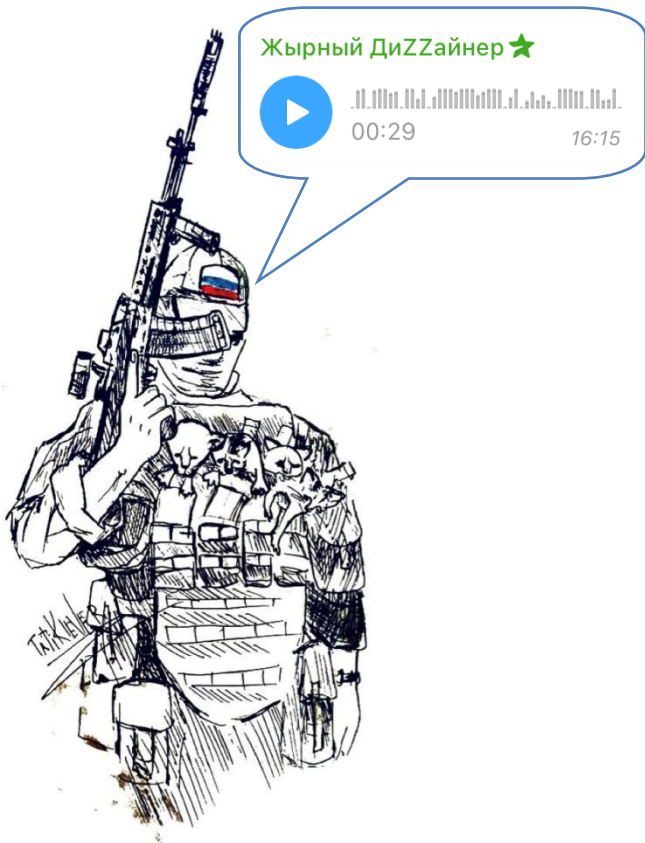


«АртПоддержка» @ARTpodderjka, «Я вижу» @mydrawingdiary,

специальная благодарность: TatiKlever

*Воронов Д., Высоцкий В., под редакцией к.т.н. Горбача А. (Издание второе)*

Специальная благодарность нашему коллеге, за то, что он не мешал составлять этот сборник (это только потому, что был занят – бегал с автоматом). Но без него не могло обойтись, поэтому вот вам его приветствие, в неповторимом фирменном стиле:



(при записи голосового сообщения ни один котик не пострадал © )

## **16 Ссылки на ресурсы**

Дистрибутивы, драйверы, инструкции Комбат



(в т.ч. Приложение Андроид)

**Чат технической поддержки Комбат**





## **Построение схем связи ТЗУ «Отделение – Взвод – Рота»**



## **Антенны УКВ, конструкции для самостоятельного изготовления**

