

СРЕДНЕВОЛОВАЯ СОТОВАЯ ТВЕЙДЖИНГОВАЯ СЕТЬ СВЯЗИ ДЛЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ

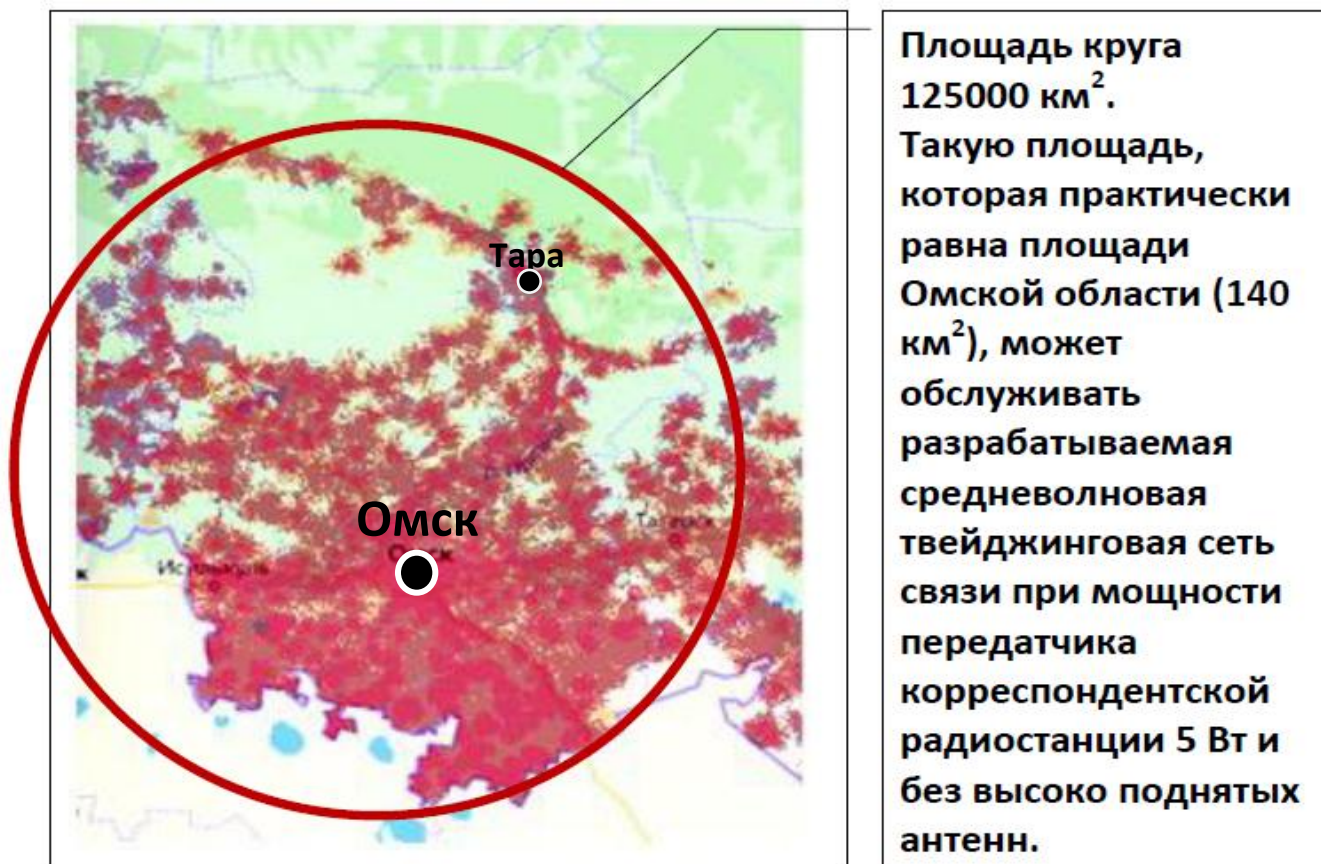
*В.Л. Хазан, д.т.н., профессор ОмГТУ,
Д.В. Федосов, к.т.н., Генеральный директор НПООО «КВ-СВЯЗЬ»*

На 148 семинаре 28 августа 2022 года

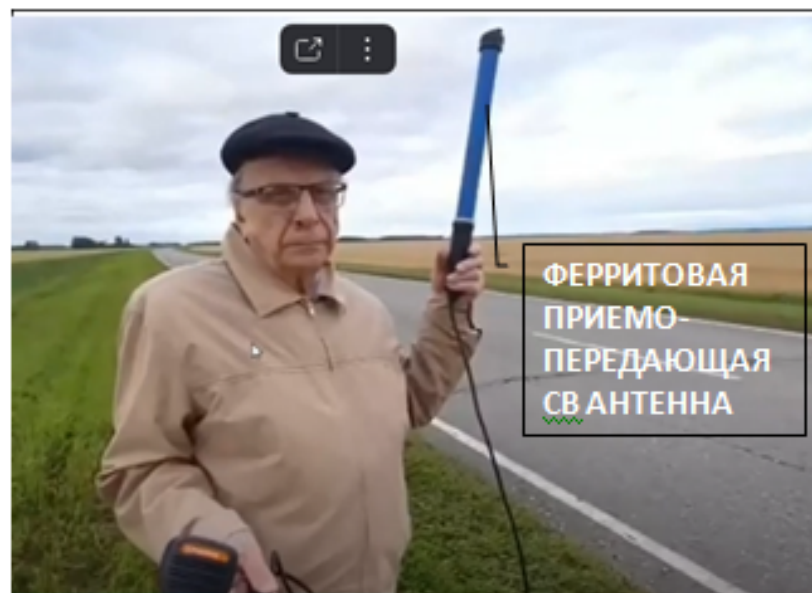
<https://радиосеминар.рф/files/e.1481.%20medium%20wave%20tvaging%20communication%20network.pdf>

докладывался вариант СВ зоной твейджинговой сети связи, который рассчитан на обслуживание пользователей отдельного региона. В частности, говорилось, что Омскую область можно накрыть одной ячейкой такого рода сети связи.

Покрывание сотовой связью Омской области



**ТРАССОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ СВ
ТВЕЙДЖИНГОВОЙ СЕТИ РАДИОСВЯЗИ
18.08.2022 г.**



Прием условных сообщений с голосовым воспроизведением на расстоянии **100** км. Радиостанция FERRA. Мощность передатчика **5** Вт. Вид манипуляции ОФМ.

Скорость манипуляции **32** Бода.

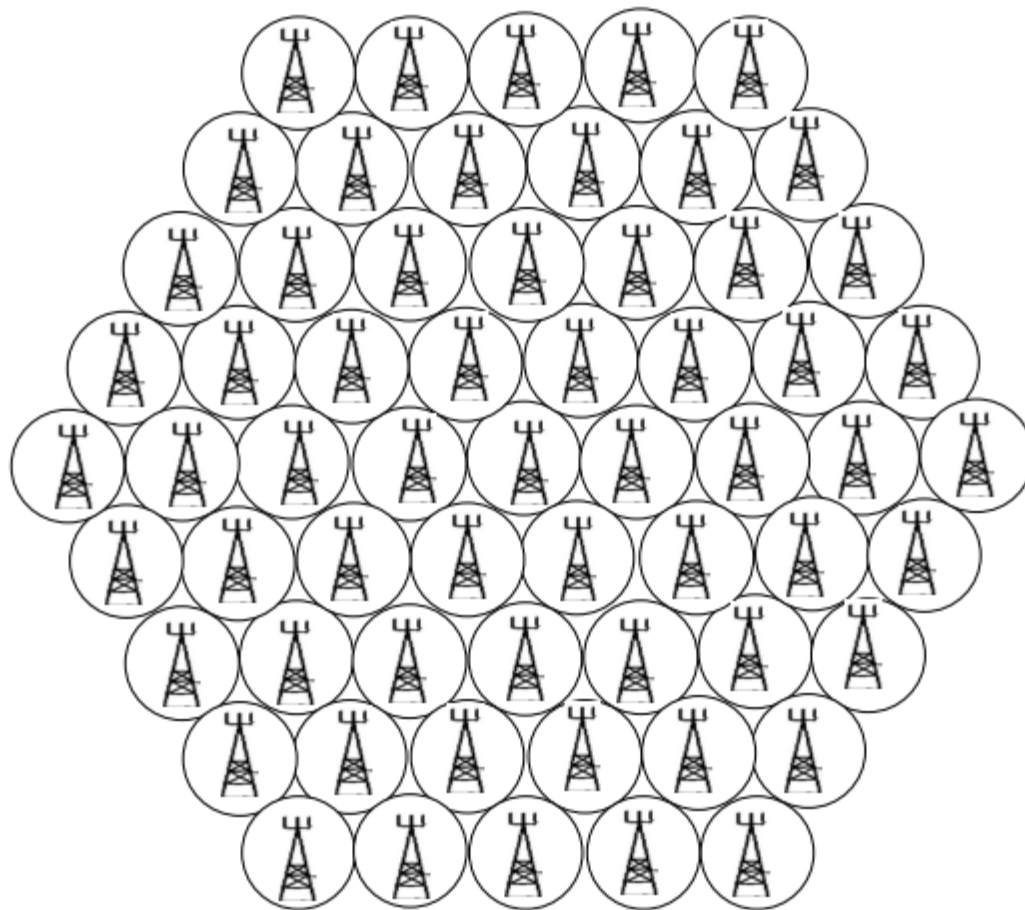
Видеоролик: 27 августа 2022 года, 148-е заседание научного семинара «Современные проблемы радиофизики и радиотехники»:

<https://радиосеминар.рф/doklad/2022/#149>

В отличие от УКВ твейджера СВ твейджер не требует базовых станций с высоко поднятыми антеннами.

Базовый ретранслятор СВ сотовой твейдженговой сети связи сопрягается со спутниковыми и коротковолновыми сетями связи и дает возможность вести двустороннюю связь в режиме SMS с любым обладателем сотового телефона, находящимся в любой точке Земли.

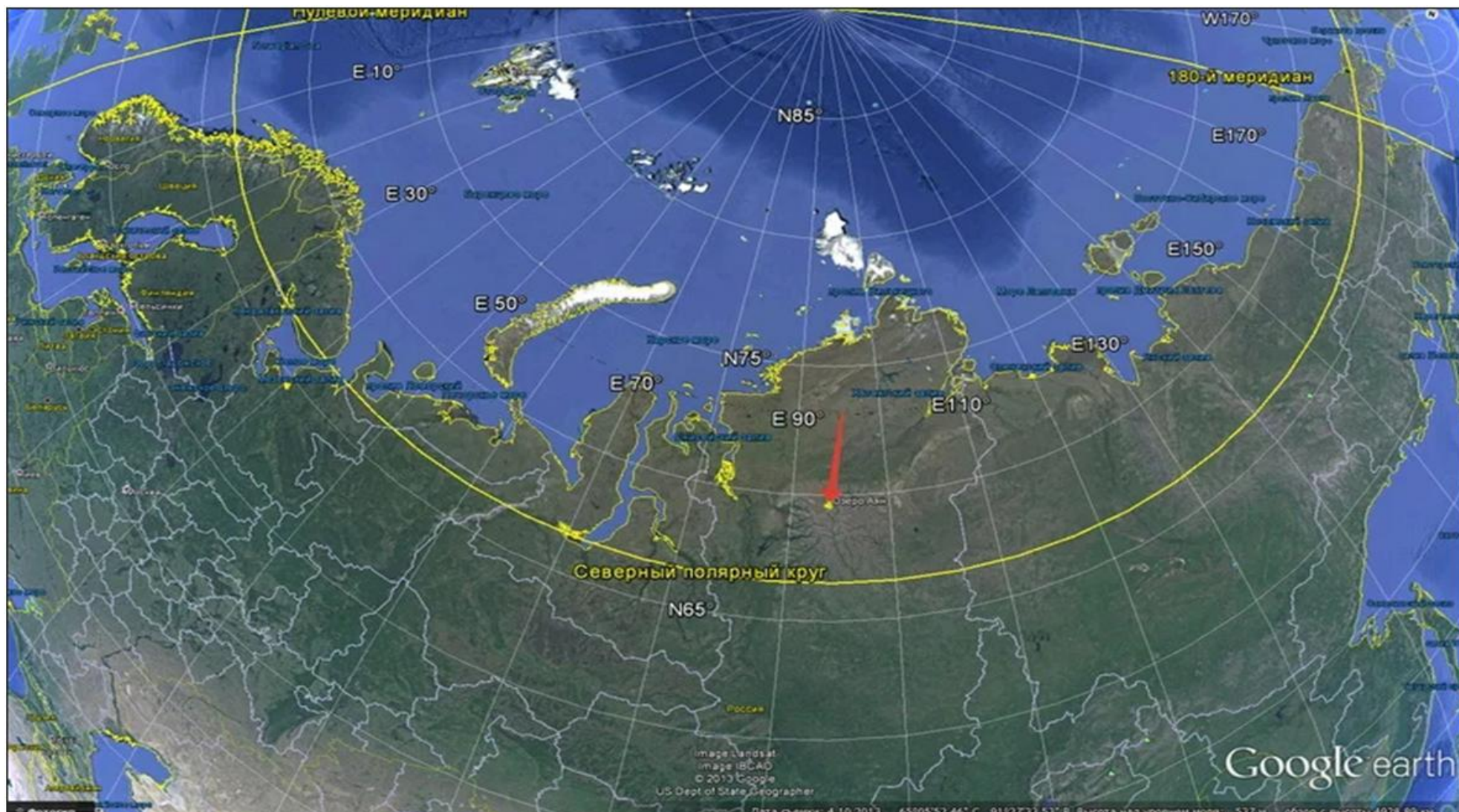
Там же было показано, что для покрытия Омской области УКВ системой связи, обеспечивающими связь на расстоянии 40 км, требуется порядка 60 ячеек с собственными базовыми УКВ ретрансляторами с высоко поднятыми антеннами.



Для покрытия площади 125000 км² УКВ системе связи необходимо 60 базовых радиостанций с антеннами, поднятыми на 36 м. Базовые радиостанции должны быть при этом связаны друг с другом внешними проводными линиями связи.

На сегодняшнем семинаре предлагается рассмотреть вариант средневолновой твейджинговой сотовой сети связи, которая обслуживает не одну область, а всю российскую территорию Арктики, для чего требуется всего СВ 60 ячеек, т.е. столько же, сколько требуется УКВ ячеек. Чтобы закрыть Омскую область.





Общая площадь сухопутной части Российской Арктики составляет порядка 5 млн. кв. км.

На арктической территории России проживает 2.5 млн. человек.

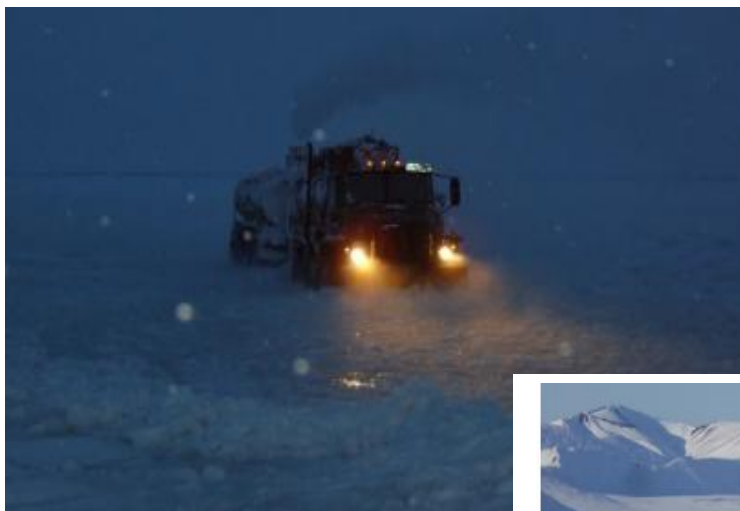
Арктическая зона России формирует 20% доходов ее федерального бюджета.



**На арктическую зону
приходится 87%
добываемого в России
газа**

**Арктическая зона
России дает 17%
добываемой в стране
нефти**





Значительная часть населения, проживающая севернее полярного круга, обслуживает автомобильный и речной транспорт



Территорию Арктики пересекает множество крупных судоходных рек: Печора, Обь, Енисей, Лена, Индигирка, Колыма и др.



В российской Арктике проживает свыше 82 тысяч ненцев, хантов, манси, чукчей, коряков и др. представителей коренных малочисленных народов. Большинство их живет в городах и поселках. Порядка 20 тыс. из них ведет кочевой образ жизни, занимаясь традиционными промыслами – выпасом оленей, охотой и рыболовством.



Оленеводы переезжают на новые стоянки от 30 до 100 раз за год и преодолевают при этом расстояния от 200 до 1500 километров.



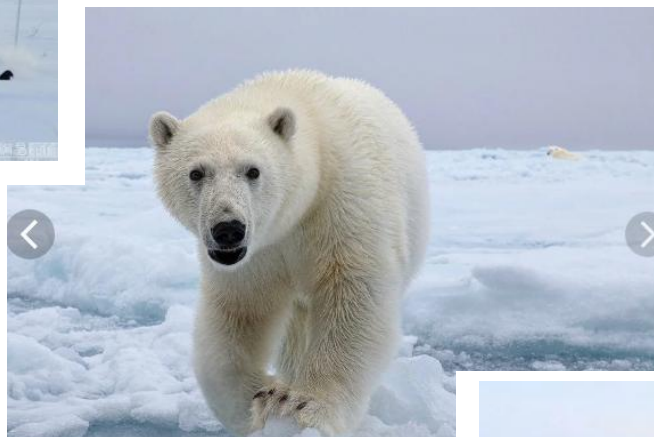
**За полярным кругом
работают метеорологи,
геологические и
археологические
экспедиции.**

**Арктическую зону России
часто посещают альпинисты и
туристы из различных
регионов России.**



ПОГРАНИЧНЫЕ ВОЙСКА РОССИИ В АРКТИКЕ

Пограничники обеспечивают присутствие Российской Федерации в Арктике.



Ежедневно пограничники встают на боевое дежурство в экстремальных условиях - низкая температура, пронизывающий северный ветер и свирепые белые медведи. Погода очень переменчивая - за 15 минут яркое солнце может сменить метель. Радиосвязь для пограничных войск в Арктике играет важную роль.



СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ – АЛЬТЕРНАТИВА МОРСКОМУ ПУТИ ЧЕРЕЗ СУЭЦКИЙ КАНАЛ



Кораблям и судам, следующим по Северному морскому пути необходима постоянная радиосвязь с берегом!

Все категории людей, проживающих и работающих в Арктике нуждаются в беспроводных каналах связи.

Но в заполярье даже во многих поселках отсутствует радиосвязь с внешним миром за исключением спутниковой связи, которая является очень дорогостоящей и не для всех по этой причине доступной.

Условия жизни людей, проживающих в арктической зоне России, могли бы быть менее тяжелыми, если бы они имели возможность оперативно поддерживать двустороннюю радиосвязь как между собой, находясь на очень больших расстояниях друг от друга, так и с людьми, проживающими в других регионах России и в других государствах.

На сегодняшний день имеются достаточно большие проблемы со связью в арктической зоне. Как видно из нижеприведенного рисунка сотовой связью (помечено зеленым) покрыто менее 85% всей территории России. Севернее же полярного круга сотовая связь вообще практически отсутствует.



В арктической зоне России могут функционировать УКВ транкинговые сети связи, спутниковые системы связи, тропосферная связь, коротковолновые и средневолновые системы связи.

Многие производственные и административные ведомства за полярным кругом используют УКВ транкинговые сети связи. Но транкинговые сети связи способны покрывать очень ограниченные площади. Например, базовая транкинговая радиостанция с антенной, поднятой на высоту 100 м, обеспечивает мобильной связью зону с радиусом всего 40 км. Обслуживаемая одной такой базовой транкинговой радиостанцией площадь в 25 раз меньше площади, обслуживаемой средневолновой сетью связи, которая к тому же не требует высоко поднятых антенн.



ТРАНКИНГОВАЯ УКВ СЕТЬ СВЯЗИ

Тропосферная радиорелейная связь

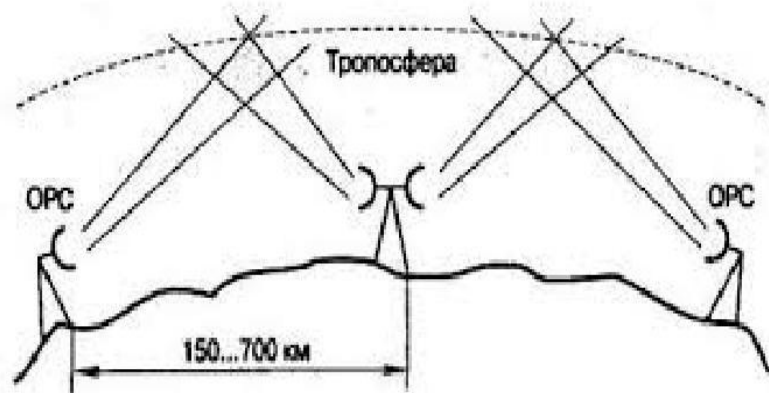
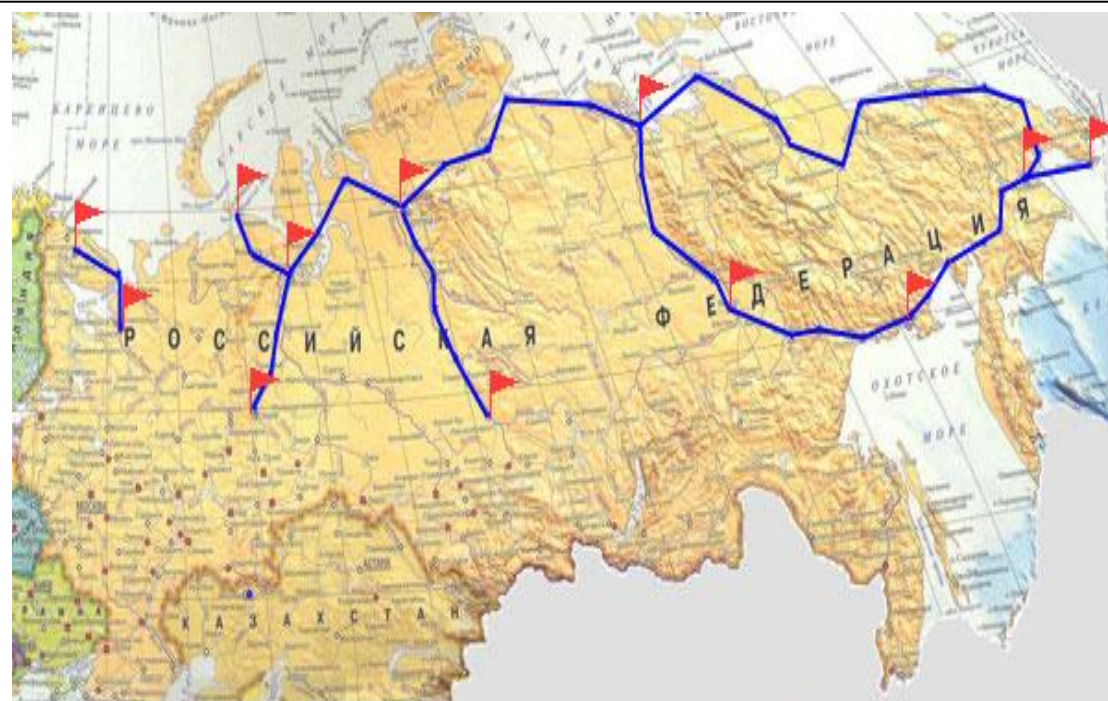


Рис. 2. Тропосферная радиорелейная линия передачи



Это система из 46 тропосферных и радиорелейных станций (ТРРС), была создана в период с 1966 по 1970 гг. для обеспечения связью самых отдалённых населённых пунктов в разных регионах страны. Система **состояла** из семи линий и **имела** два основных узла с подчинёнными центрами и станциями - Западный (20 станций) и Восточный (26 станций). Общая протяжённость ТРРЛ проходившая у побережий Северного Ледовитого и Тихого океанов **составляла** 13 200 км.,

В 2003 г. сеть тропосферной радиорелейной линии связи прекратила свое функционирование и в настоящее время физически полностью уничтожена.

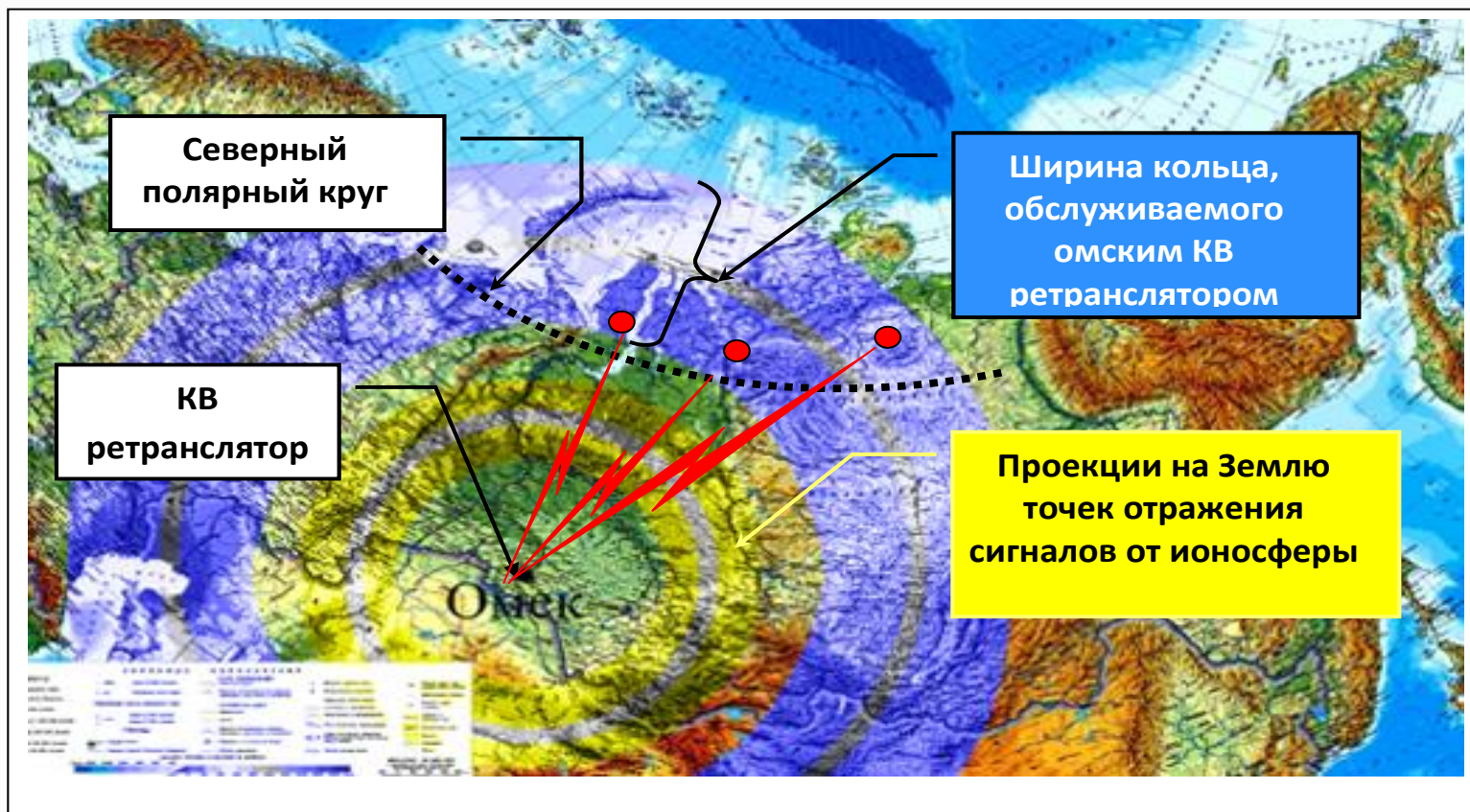


Тропосферная радиостанция

Остатки былой
«роскоши» за
полярным кругом



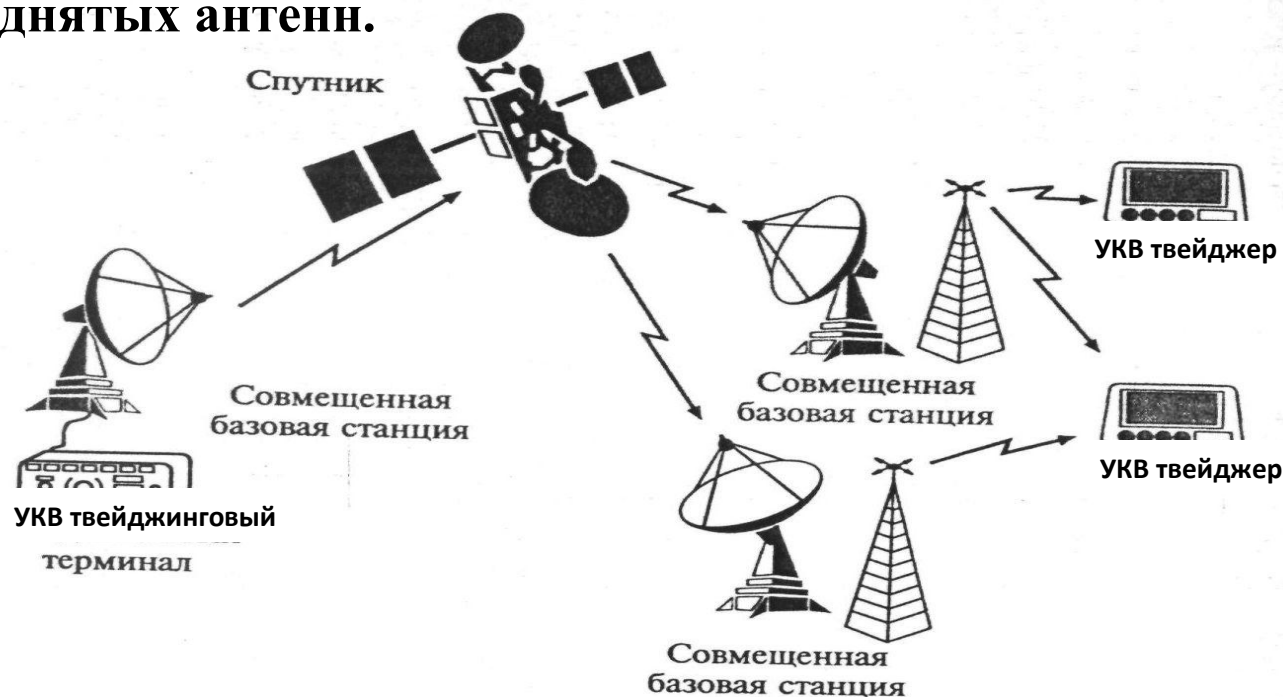
ДВУСТОРОННЯЯ СВЯЗЬ АБОНЕНТОВ ЧЕРЕЗ УДАЛЕННЫЙ КВ РЕТРАНСЛЯТОР



Непосредственная КВ связь между корреспондентами за полярным кругом проблематична по причине нестационарного состояния ионосферы. Однако она может быть организована с помощью базовых КВ ретрансляторов, расположенных вдоль южной границы России, что обеспечивает наилучшие условия распространения радиоволн от корреспондентов, находящихся за полярным кругом, до базовых ретрансляторов и обратно. Однако стоимость КВ ретрансляторов достаточно высока (порядка 100 млн. руб. одного ретранслятора) и до настоящего времени данный проект пока не получил право на практическую реализацию.

Существует общедоступная сеть спутниковой связи, которая, с учетом низкоорбитальных спутников, практически полностью покрывает всю территорию России включая заполярную ее зону. Но у этой сети связи очень дорогой трафик. Стоимость корреспондентских радиостанций спутниковой связи тоже относительно высокая. Зависимость от зарубежных компаний, владеющих спутниковыми системами связи, ограничивает возможности многих ведомств в использовании этого вида связи.

Существуют УКВ твейджинговые сети связи, которые сопрягаются со спутниковыми системами связи, но требуют высоко поднятых антенн.



УКВ твейджер

Спутниковая связь позволяет с помощью портативных УКВ твейджеров общаться пользователям этих твейджеров с обладателями различных мобильных устройств связи, которые находятся в любой точке Земли

Существующие УКВ твейджинговые сети предназначены для двусторонней связи между пользователями сети в телеграфном режиме, который очень широко используется в сотовых сетях связи и в сети WHATSAPP для передачи коротких сообщений в режиме SMS (от англ. *Short Message Service* — «служба коротких сообщений»). Максимальная длина одного такого короткого сообщения (одна телеграмма) порядка 70 знаков (приблизительно 10 слов). Двусторонний обмен короткими телеграфными сообщениями оказался очень востребованным видом связи. Этот режим общения зачастую позволяет заменить телефонный разговор и его трафик является очень дешевым. Кроме того, обмен телеграфными сообщениями протоколируется.

Однако УКВ твейджинговые сети связи требуют высокоподнятых над землей антенн (на 100 и более м), при этом они способны покрывать зоны с малым радиусом (не более 40 км) и поэтому не могут решить проблему предоставления каналов радиосвязи таким категориям населения Арктики, как оленеводы, рыболовы и охотники.

Для обеспечения минимально необходимой связью жителей арктической зоны России возможно воспользоваться разрабатываемой НПООО «КВ-СВЯЗЬ» средневолновой мобильной твейджинговой сетью связи, которая обслуживает зону с радиусом до 200 и более км без использования мощных передающих устройств и крупногабаритных высоко поднятых антенн. Необходимая для передачи сообщений на дальние расстояния с требуемой помехоустойчивостью энергия сигнала при малой мощности передатчиков корреспондентских радиостанций обеспечивается за счет использования низких скоростей манипуляции, которые в свою очередь позволяют одновременно работать большому количеству корреспондентов в твейджинговой сети в ограниченной полосе частот. Высокую эффективность работы средневолновых радиостанций обеспечивают изобретенные в НПООО «КВ-СВЯЗЬ» малогабаритные приемо-передающие резонансные антенны (патент № 2413344), не требующие в отличие от УКВ антенн подъема на большую высоту для радиосвязи на больших расстояниях.

Предлагаемая СВ сотовая твейджинговая сеть связи может быть спроектирована на базе средневолновой радиостанции «FERRA», которая разработана НПООО «КВ-СВЯЗЬ».

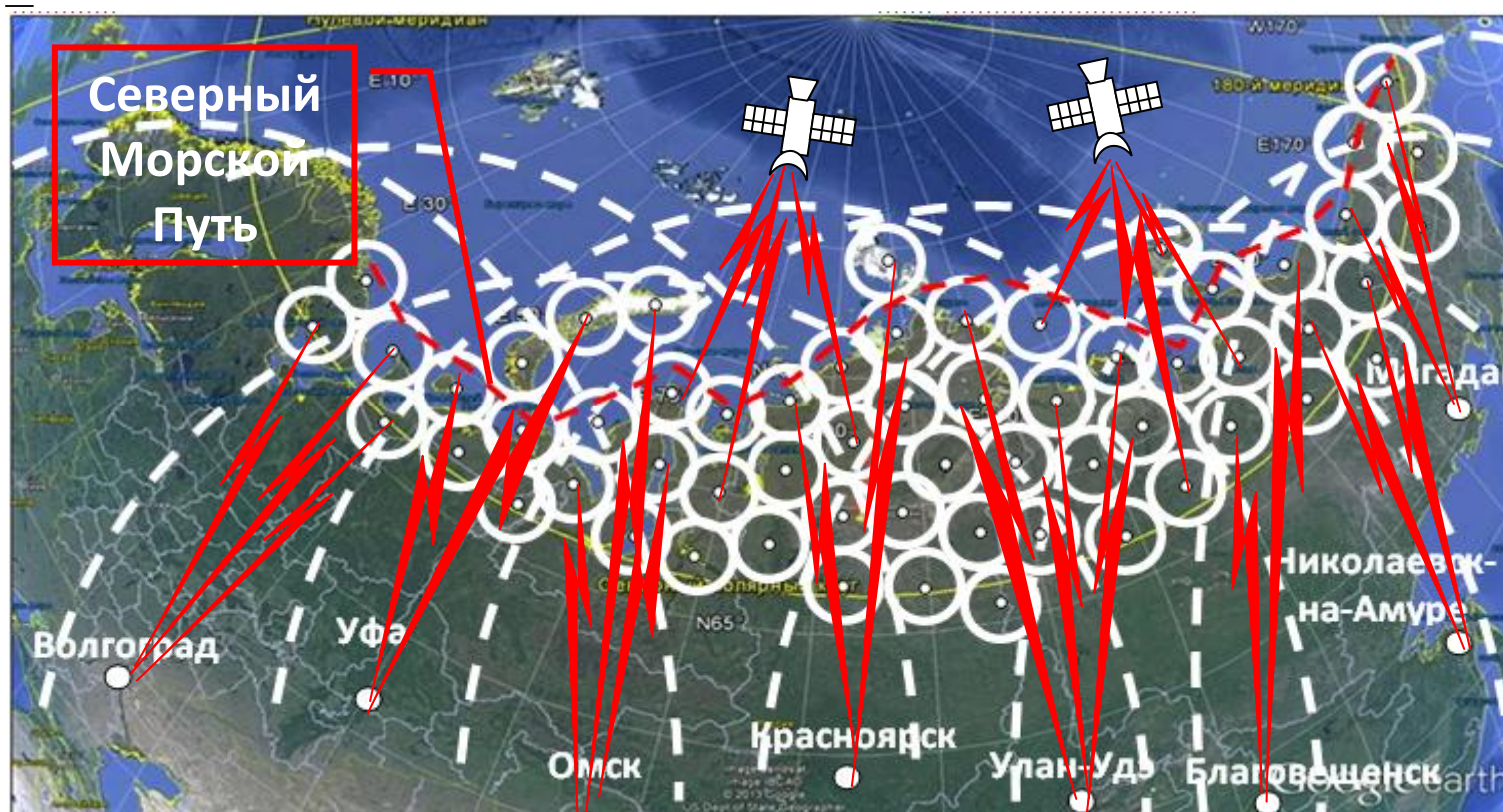


Мощность передатчика радиостанции «FERRA» равна 1 и 5 Вт. Скорость манипуляции 32 Бода (ОФМ). К радиостанции прилагается малогабаритная резонансная ферритовая антенна, которая позволяет обеспечить голосовую связь при мощности передатчика 5 Вт на расстоянии до 50 км. Дальность телеграфной связи у радиостанции «FERRA» до 100 км. Если ограничиться скоростью манипуляции 4 Бода, то число корреспондентов, работающих одновременно в одной ячейке сотовой твейджинговой сети, может быть равно **1000**.

Особенностью радиостанции «FERRA» является **возможность передачи в телеграфном режиме условных сообщений (команд)**, которые не только отображаются на дисплее, но и **искусственно воспроизводятся голосом**.

Радиостанция «FERRA» способна работать в режиме ретрансляции сообщений, которые адресованы корреспондентам, находящимся на таком удалении от источника сообщения, при котором непосредственный прием этого сообщения не возможен.

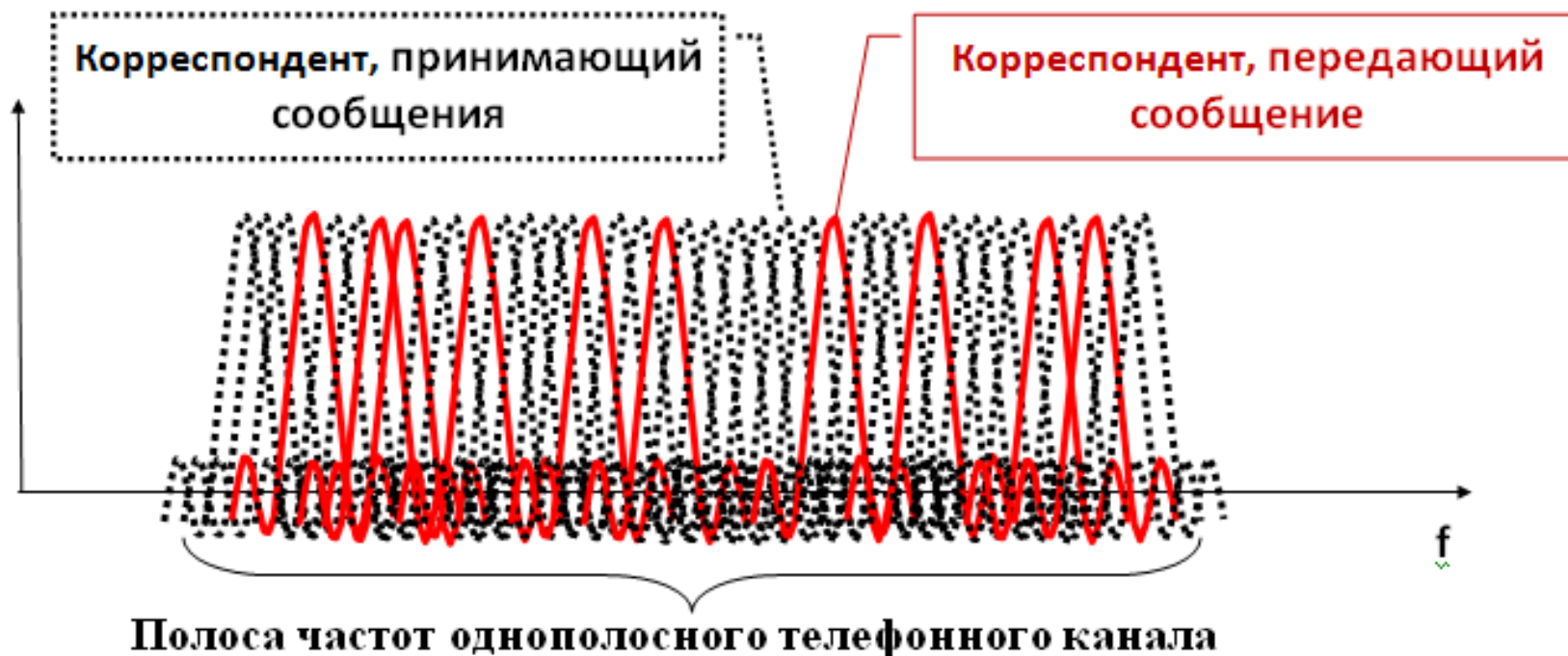
На базе радиостанции «FERRA» может быть разработана СВ сотовая твейджинговая сеть, которая обслуживает всю арктическую зону России и зону акватории Северного Ледовитого океана, по которой проходит Северный морской путь. Для этого достаточно 60 СВ твейджинговых сот. Для покрытия полностью всей территории России достаточно 140 СВ твейджинговых сот.



Каждая СВ сота имеет свой собственный базовый ретранслятор, который сопряжен как со спутниковыми, так и с коротковолновыми внешними линиями связи, по которым информация передается между отдельными СВ сотами и между СВ сотами и УКВ сотовыми и спутниковыми сетями связи.

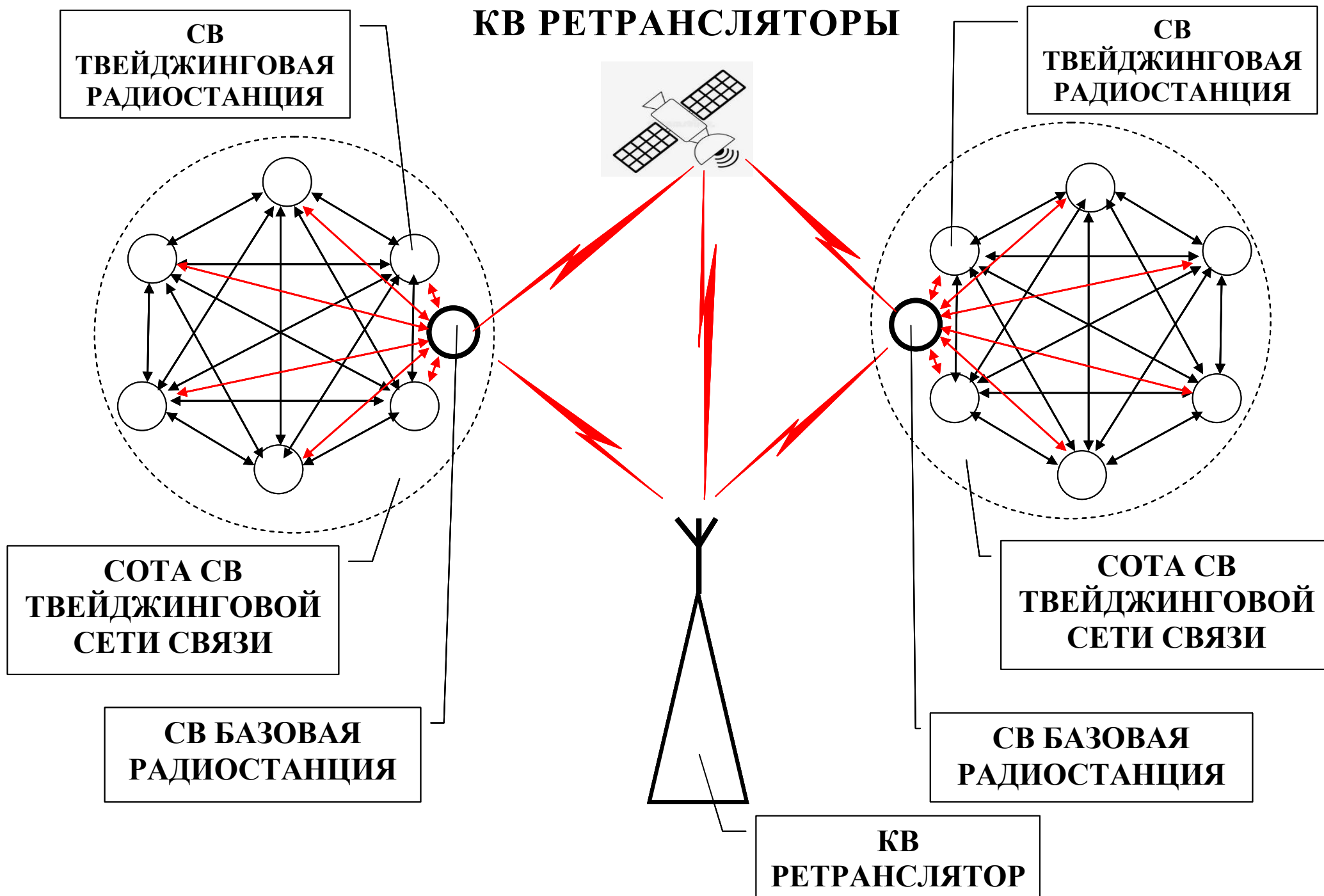
В каждой СВ соте индивидуальный пользователь имеет свою собственную рабочую частоту, которая находится в пределах общей боковой полосы телефонного канала связи и на которой пользователь передает свои сообщения. Таких индивидуальных каналов при скорости манипуляции 4 Бода в одной боковой полосе телефонного канала связи может быть 1000. Каждый пользователь постоянно принимает все 999 частотно-разнесенных сигналов, но реагирует только в том случае, когда принимаемый сигнал адресован лично ему. Принятое сообщение выводится в буквенно-цифровом виде как на дисплей радиостанции, так и озвучивается синтезатором речи через динамик радиостанции.

Распределение частот между пользователями твейджиговой сети связи



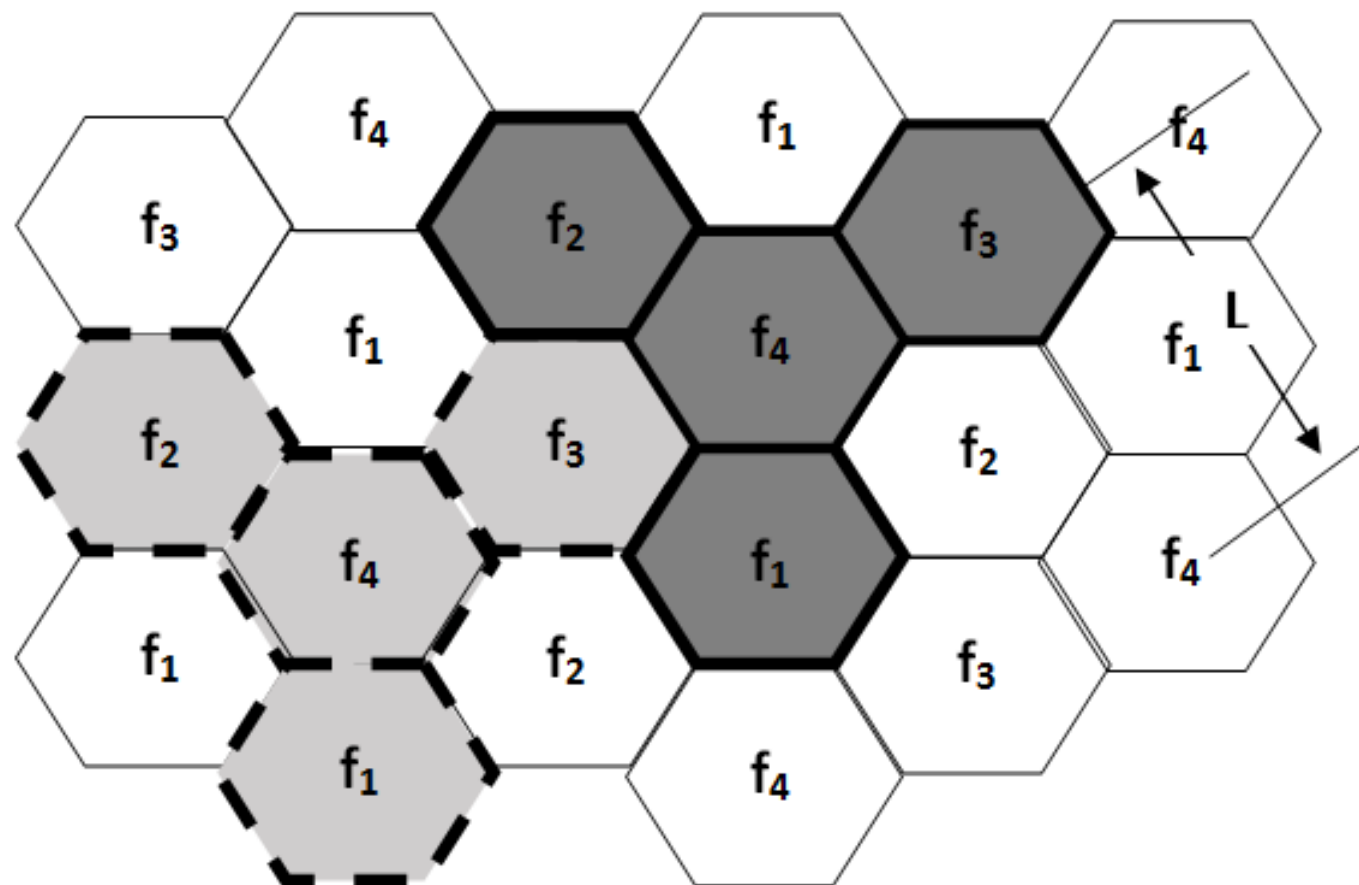
Таким образом, внутри каждой СВ сотовой твейджинговой сети пользователи используют метод связи «каждый» с «каждым», который не требует вмешательства центрального базового ретранслятора соты. Если же сообщение передается в какую-либо другую соту, то в этом случае оно транслируется через базовую радиостанцию во внешнюю сеть связи (спутниковую или коротковолновую) и передается по этим сетям на базовую радиостанцию, которая обслуживает пользователя соответствующей СВ сотовой сети связи, которому адресовано сообщение. Точно также через базовые СВ ретрансляторы, спутниковые и коротковолновые каналы связи передаются SMS сообщения, которые адресованы пользователям сотовых и спутниковых сетей связи. СВ сотовая твейджинговая сеть связи обеспечивает своим пользователям получение буквенно-цифровых сообщений от любых пользователей сотовых и спутниковых систем связи с отображением их на дисплее радиостанции и с воспроизведением их синтезатором голоса с помощью динамика в случае передачи условных сообщений и команд.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВ СОТ ЧЕРЕЗ СПУТНИКИ СВЯЗИ И КВ РЕТРАНСЛЯТОРЫ



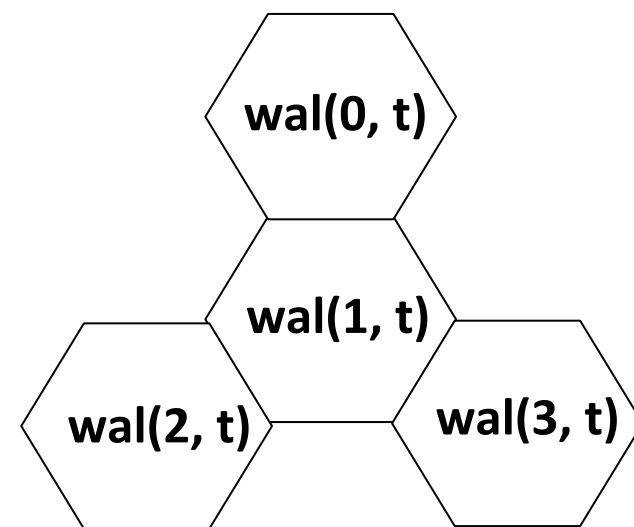
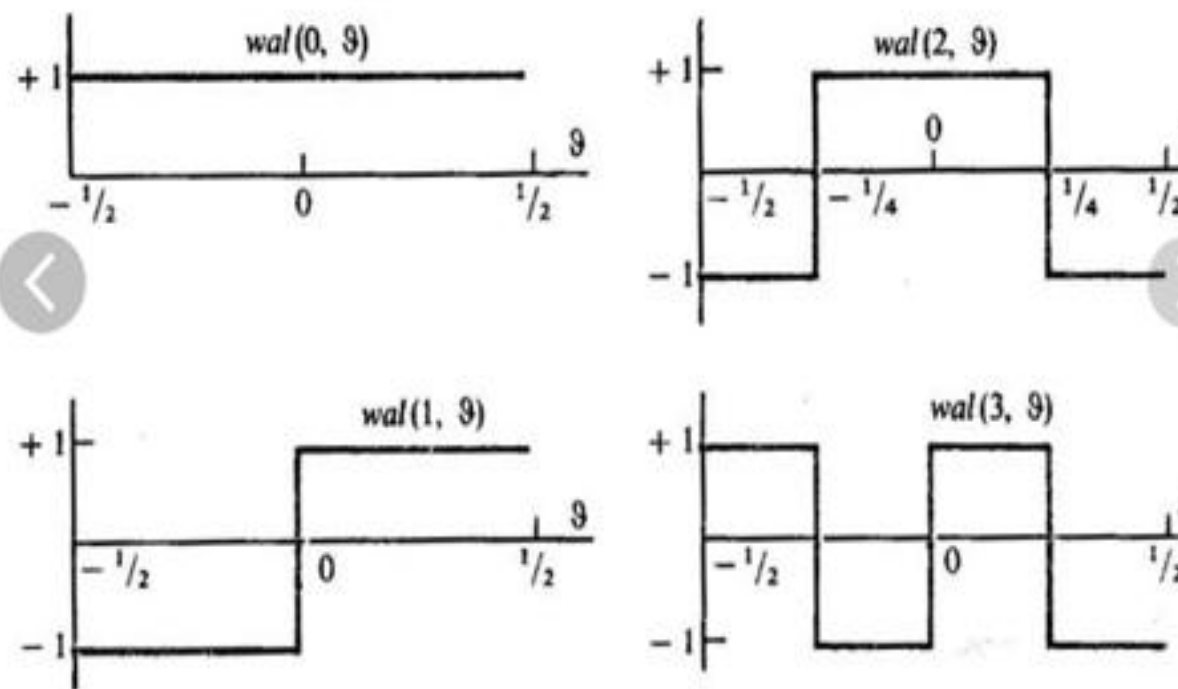
**ДЛЯ ИСКЛЮЧЕНИЯ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ РАДИОСТАНЦИЙ,
РАСПОЛОЖЕННЫХ В СОСЕДНИХ СВ СОТАХ, НЕОБХОДИМО
ИСПОЛЬЗОВАТЬ 4 НОМИНАЛА ЧАСТОТ**

(аналогично тому, как это делается в обычных УКВ сотовых системах связи)



Построение сотовой сети с 4-мя ячейками в одном кластере

Поскольку аренда частот обходится относительно дорого, можно воспользоваться другим методом нивелирования взаимных помех корреспондентских радиостанций на границах сотовых ячеек. Этот метод называется «метод кодового разделения сигналов». В этом случае во всей сети связи используется только одна частота, что выгодно с экономической точки зрения. А в кластере используются четыре различные структуры сигналов, каждая из которых соответствует каждой отдельной ячейке, и которые обладают свойством взаимной ортогональности. В качестве взаимно ортогональных функций, используемых для разделения несущих сигналов в соседних ячейках могут быть, например, изображенные ниже функции Уолша первых четырех порядков, которыми манипулируются по фазе несущие сигналы.



**КЛАСТЕР ТВЕЙДЖИНГОВОЙ
СОТОВОЙ СЕТИ СВЯЗИ**

Предлагается разработать и предоставить в распоряжение людей, проживающих в арктической зоне России простую, надежную и дешевую сотовую сеть средневолновой твейджинговой связи (активная двусторонняя пейджинговая связь, передача сообщения в режиме SMS).

Предлагаемая средневолновая сотовая твейджинговая сеть связи

- использует абонентские носимые радиостанции **мощностью 1-5 Вт**, имеющие **вес не более 1.5 кг**;
- позволяет обеспечить **двусторонней телеграфной связью** пользователей сети;
- занимает полосу частот однополосного телефонного канала (**4000 Гц**);
- рассчитана на количество пользователей сети в пределах **1000** при скорости манипуляции 4 Бода;
- позволяет непосредственно и беспрепятственно любому пользователю сети в любое время в телеграфном режиме работы (аналогично режиму SMS) передать сообщение любому другому пользователю СВ сотовой сети, находящемуся в обслуживаемой сетью зоне;
- позволяет передавать условные сообщения с их буквенно-цифровым отображением на дисплее принимающей радиостанции и с **голосовым воспроизведением** через динамик;
- позволяет передавать короткие сообщения через шлюз со спутниковой системой связи любому пользователю сотовой или спутниковой сети связи а также по сетям **ИНТЕРНЕТ и WHATSAPP в любую точку Земли**;
- позволяет принимать короткие сообщения через шлюз со спутниковой системой связи от любого пользователя сотовой или спутниковой сети связи а также по сетям **ИНТЕРНЕТ и WHATSAPP из любой точки Земли**.

**В принципе, такого рода сотовые
твейджинговые сети связи могут быть
востребованы как гражданскими, так и
военными структурами. СВ сотовые
твейджинговые сети обеспечивают связь на
расстояния в 5-10 раз большем по сравнению с
УКВ системами связи и не требуют высоко
поднятых громоздких антенн для связи между
корреспондентами, которые находятся за
пределами прямой видимости.**

ДРУГИЕ ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВ КАНАЛА СВЯЗИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДИСКРЕТНЫХ СООБЩЕНИЙ

- 1. Передача команд и коротких сообщений аналогичных передаче сообщений в режиме SMS в сотовых сетях связи. Возможно организовать связь «ТОЧКА»-«ТОЧКА», приобретя всего две радиостанции и не организовывая всей сети связи.**
- 2. Охранная и пожарная сигнализация различного рода хозяйственных и промышленных объектов. Например, хозяин дома может держать под постоянным контролем факт его целостности и неприкосновенности. Можно, например, частным охранным предприятиям использовать систему СВ связи для охраны большого количества объектов.**
- 3. Контроль технического состояния нефтепровода и газопровода (давление, температура, факт утечек горючего и др.). Обнаружение попыток хищения горючего.**
- 4. Мониторинг транспорта. Контроль местонахождения, передвижения, запаса топлива масла и др. технических характеристик.**
- 5. Экологический мониторинг. Сбор данных о загрязнении природной среды на широких территориях.**
- 6. Сигналы для службы МЧС о чрезвычайных ситуациях (сигналы типа «SOS»).**
- 7. Сигналы для полицейской службы (нападение, разбой).**
- 8. Сигналы для медицинской службы (вызов скорой помощи).**

Совершенно очевидно, что с помощью СВ сотовых твейджинговых сетей связи возможно решать не только бытовые проблемы, но и многие другие задачи.

Например, СВ твейджигговые сети связи могут обслуживать места добычи нефти и газа.

СВ твейджинговые сети связи могут использоваться метеорологами, геологическими и археологическими экспедициями.

СВ твейджинговыми сетями связи могут пользоваться капитаны судов речного и морского флота. При этом на судне не обязательно должен быть радист, который знает азбуку Морзе, т. к. сообщение поступает на дисплей СВ радиостанции в буквенном виде и его способен прочитать любой член команды судна.

Альпинисты и туристы, имеющие при себе твейджинговые СВ радиостанции всегда будут иметь связь с туристической базой. СВ сигналы в отличие от УКВ сигналов хорошо распространяются в гористой местности благодаря явлению дифракции – способности радиоволн с большой длиной огибать встречающиеся на пути препятствия.

СВ твейджинговые сети связи могут быть использованы пограничными войсками для мониторинга охраняемых границ России. В том числе и за полярным кругом.

СВ сотовая твейджинговая система связи может быть использована для организации различного рода мониторингов, например, экологического мониторинга.

В одной СВ соте можно непрерывно и одновременно контролировать до 1000 различных точек, разнесенных в радиусе до 200 км.

При этом малогабаритные ферритовые резонансные антенны легко камуфлируются, имитируя, например, ветки деревьев или камни и поэтому защищены от вандализма.



ТАКИМ ОБРАЗОМ, СВ СОТОВАЯ ТВЕЙДЖИНГОВАЯ СЕТЬ СВЯЗИ ЯВЛЯЕТСЯ НАИБОЛЕЕ ПРОСТЫМ, ДЕШЕВЫМ И НАДЕЖНЫМ СПОСОБОМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАГОРИЗОНТНОЙ СВЯЗЬЮ ЛЮДЕЙ, КОТОРЫЕ РАССРЕДОТОЧЕНЫ НА ОБШИРНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ, КОТОРЫЕ НЕ ОБСЛУЖИВАЮТСЯ УКВ СОТОВЫМИ СЕТЯМИ СВЯЗИ.

ЭТОТ ВИД СВЯЗИ МОЖЕТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАН КАК ГРАЖДАНСКИМ НАСЕЛЕНИЕМ В МЕСТАХ, ГДЕ ОТСУТСТВУЮТ СОТОВЫЕ СЕТИ СВЯЗИ, НАПРИМЕР, В АРКТИКЕ, ТАК И В ВОЕННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ, НАПРИМЕР, В ПОГРАНВОЙСКАХ, В ТОМ ЧИСЛЕ И В ЗАПОЛЯРНЫХ.

ПРЕДЛАГАЕМАЯ ТВЕЙДЖИНГОВАЯ СЕТЬ СВЯЗИ ПОЗВОЛЯЕТ ВСЕМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ, НАХОДЯЩИМСЯ В ЗОНЕ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭТОЙ СЕТЬЮ, ВЕСТИ ДВУСТОРОННЮЮ ТЕЛЕГРАФНУЮ СВЯЗЬ СО ВСЕМИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ СОТОВЫХ И СПУТНИКОВЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ, КОТОРЫЕ НАХОДЯТСЯ В ЛЮБОЙ ТОЧКЕ ЗЕМНОГО ШАРА.



КОНТАКТЫ:

E-mail: xferra@mail.ru, ТЛФ: 8-913-148-24-64, Федосов Дмитрий Витальевич

E-mail: vlhazan@yandex.ru, ТЛФ: 8-962-038-92-94, Хазан Виталий Львович