
**Региональный семинар МСЭ
«Тенденции развития и опыт использования технологий
спутниковой связи»**

**ОБМЕН ОПЫТОМ ПО ВОПРОСАМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ
ПОМЕХ.**

АО «Республиканский центр космической связи»

Микишев Галымжан

Начальник отдела мониторинга связи

mikishev@rcsc.kz

Минск, Беларусь

22-23 мая 2018 г.



Помехи в системах спутниковой связи и вещания

- Эксплуатация спутниковых систем связи и вещания может быть нарушена в результате воздействия различных факторов.
 - Одним из весомых факторов являются радиочастотные помехи. Помехи влияют на качественные показатели готовности линии связи.
-

Определение источников помех.

- Поиск выполняют различные организации: спутниковые операторы, государственные уполномоченные службы, коммерческие компании.
 - Участие каждой из организаций определяется характеристикой и критичностью помехи.
 - Технический уровень систем контроля спутниковых систем связи определяет успех в вопросах определения источников помех.
-

Причины появления помех: обзор.

Данные EUTELSAT за 2015г.

Таблица 1

П.п.	Причина появления помехи	Доля, %
1.	Человеческий фактор	60
2.	Преднамеренные помехи	11
3.	Оборудование наземного сегмента	9
4.	Помехи от соседних спутников	8
5.	Несанкционированное использование ОЧР	7
6.	Ошибки планирования	4
7.	Внеполосные излучения	2

Данные по типам помех в спутниковых системах связи КА «KazSat-2» за 2017 год.

Таблица 2

П. п.	Причина появления помехи	Доля, %
1.	Человеческий фактор	3
2.	Преднамеренные помехи	0
3.	Оборудование наземного сегмента	21
4.	Помехи от соседних спутников	27
5.	Несанкционированное использование ОЧР (пиратство)	0
6.	Ошибки планирования	0
7.	Внеполосные излучения клиентов	45

Данные по типам помех в спутниковых системах связи КА «KazSat-3» за 2017 год.

Таблица 3

П.п.	Причина появления помехи	Доля, %
1.	Человеческий фактор	1,8
2.	Преднамеренные помехи	0
3.	Оборудование наземного сегмента	71
4.	Помехи от соседних спутников	27
5.	Несанкционированное использование ОЧР (пиратство)	0
6.	Ошибки планирования ОЧР	0
7.	Внеполосные излучения клиентов	0,2%

Человеческий фактор

- Человеческий фактор – устойчивая причина появления несанкционированных несущих и помех.
 - Для данного типа помехи характерны следующие моменты:
 - увеличение количества спутников и ограниченные ресурсы персонала операторов связи и вещания;
 - помехи появляются на этапе ввода новых спутниковых сетей или отдельных её сегментов.
-

Человеческий фактор: поиск и устранение помехи

- В этом случае поиск не занимает длительное время. Необходимым условием является наличие соответствующих круглосуточных служб.
 - Не все арендаторы частотно-энергетического ресурса располагают таковыми. Такие службы есть только у крупных компаний - операторов связи и вещания.
-

Преднамеренные помехи.

- За весь период эксплуатации полезных нагрузок КА серии «KazSat» не было помех, которые были определены как преднамеренные помехи.
 - Для точной идентификации преднамеренных помех требуются как технические, так и юридические процедуры.
 - Вследствие этого идентификация преднамеренных помех является более трудноразрешимой задачей по сравнению с остальными типами помех.
-

Помехи от оборудования наземного сегмента

- **Причины помех :**
 - **отклонение характеристик оборудования от номинальных значений**
 - **технология спутниковой сети**
 - **влияние оборудования наземного сегмента сторонних сетей**
 - **неисправность оборудования.**
-

Помехи от оборудования наземного сегмента: причины.

- Деградация наведения антенных систем.
 - Работа передатчиков в нелинейном режиме.
 - Влияние вида технологии спутниковой сети на поиск и устранение помех также имеет значение. Спутниковые сети связи, организованные по технологии «многочастотная МДВР» являются наиболее трудными в вопросах идентификации помех.
 - Время идентификации помехи пропорционально количеству станций и контролируемости сети со стороны ЦУС.
 - Влияние внешних наземных сетей.
-

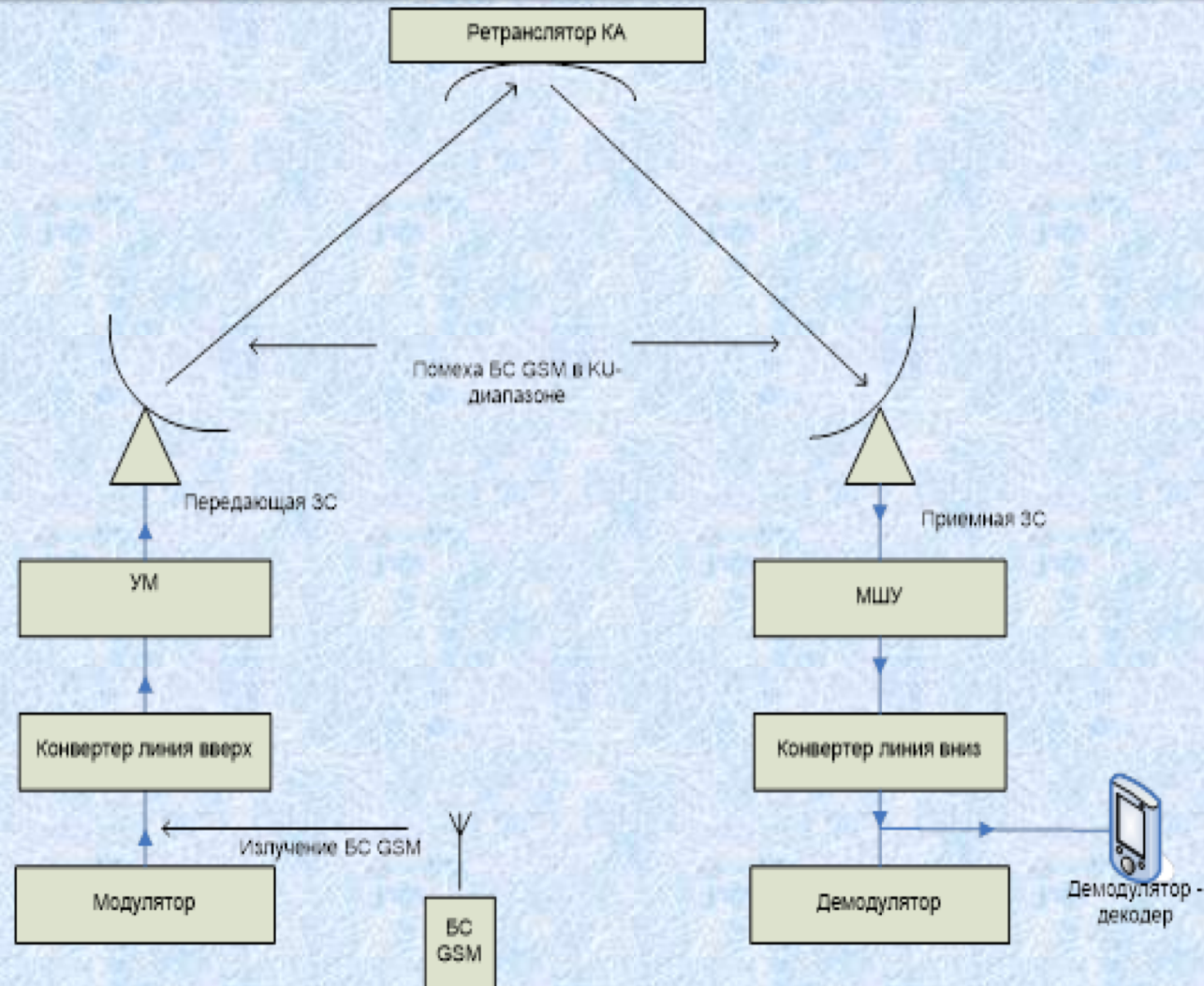
Влияние внешних наземных сетей: сотовые системы связи

- Пересечение сетей GSM и сегмента спутниковой сети КА «KazSat»: данный сегмент сети находится в диапазоне частот, обусловленных характеристиками ВЧ-тракта блоков преобразователей частоты вверх и сигналами стандарта GSM 900.
-

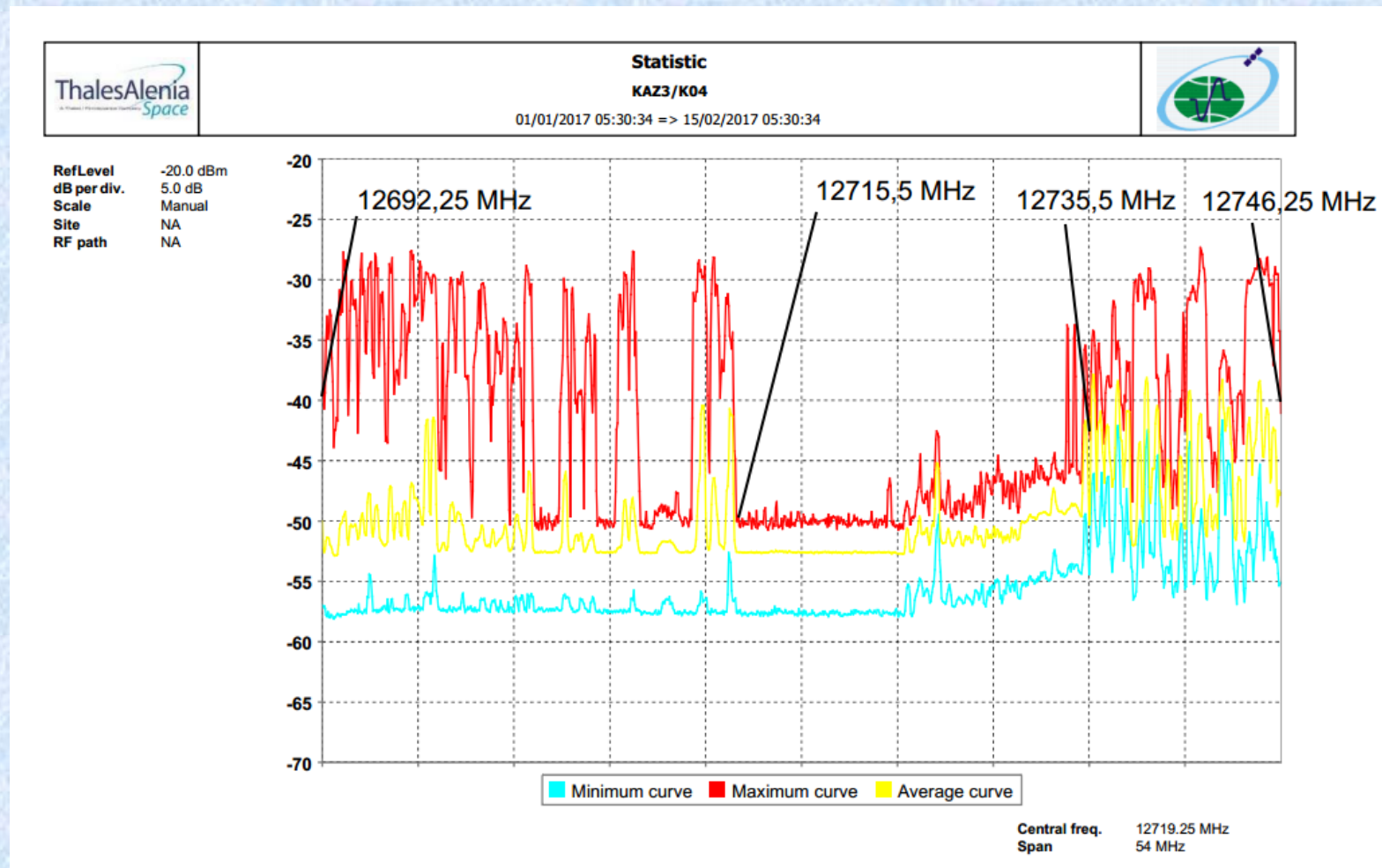
Влияние сетей GSM на сегмент спутниковой сети КА «KazSat»

- MS-BTS(линия мобильная станция – базовая станция) : 890-915МГц
 - BTS-MS: (линия базовая станция – мобильная станция) 935-960МГц
 - Наведение мощности происходит в кабельной части (при конструкции фидерный кабель GSM сети и коаксиальный кабель VSAT станций размещают в одном кабель канале), сигнал GSM сети наводится на вход BUC и дальше излучается на спутник.
 - Диапазон частот помехи MS-BTS:
 - $F_{start} = 890 + 13050 = 13940$ МГц
 - $F_{stop} = 915 + 13050 = 13965$ МГц
 - Диапазон частот помехи BTS-MS:
 - $935 + 13050 = 13985$ МГц
 - $960 + 13050 = 14010$ МГц
 -
 - Диапазон MS-BTS 13940-13965МГц попадет в K04 транспондер
 - Перенос K04 транспондера: 1249,5МГц
 - Up 13940-13965МГц
 - Down 12690,5-12715,5МГц
 -
 - Диапазон BTS- MS 13985-14010МГц попадет в K04/D01 транспондеры
 - Перенос K04 транспондера: 1249,5МГц
 - Перенос D01 транспондера: 3050МГц
 - Up 13985-14010МГц (13985-13999,5МГц K04 14000-14010МГц D01)
 - Down 12735,5-12750МГц (K04) 10950-10960МГц (D01)
-

Влияние сетей GSM на спутниковую сеть КА «KazSat-3».



Помехи GSM в спутниковой сети КА «KazSat-3».



Помехи из-за неисправностей оборудования земных станций

- Наиболее критичной неисправностью является режим работы оборудования, при котором канал связи работает с требуемыми параметрами и одновременно является источником побочных излучений в широкой полосе частот. Идентификация такого рода помехи может потребовать значительных организационных и временных ресурсов.
-

Помехи от соседних спутников

Данный вид помех можно разделить на две группы:

- помехи вследствие ошибок инсталляторов смежных спутниковых сетей. Поиск и устранение таких помех при условии оперативного взаимодействия технических служб спутниковых операторов выполняется достаточно оперативно. Своевременный круглосуточный обмен данными о характеристиках помех значительно повышает эффективность антипомеховых мероприятий.
 - помехи, связанные с незавершенностью координации смежных спутниковых сетей. Помехи такого рода могут иметь место длительное время.
-

Несанкционированное использование ОЧР (пиратство).

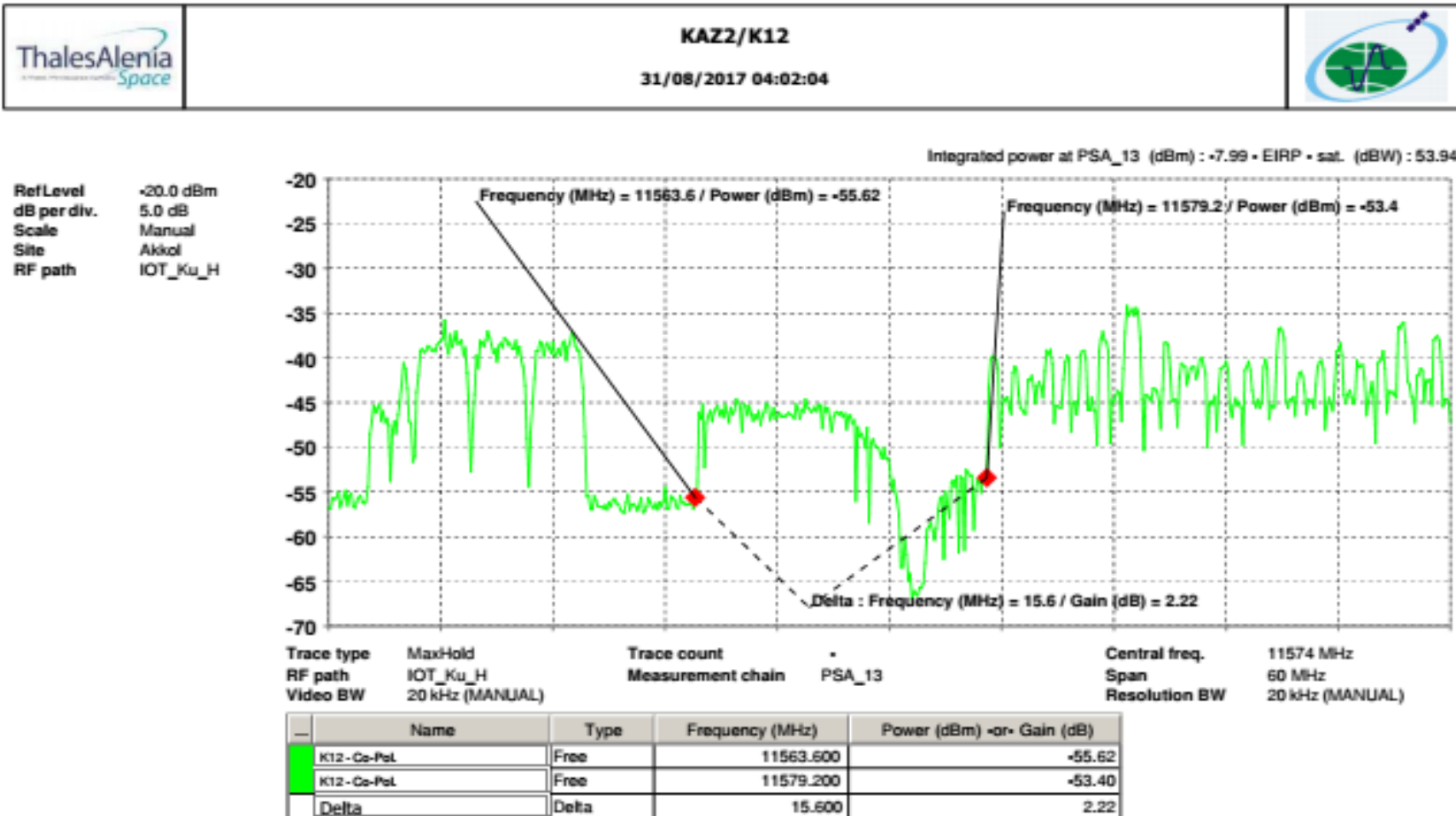
За весь период эксплуатации полезных нагрузок КА серии «КазСат» не было зафиксировано ни одного случая несанкционированного использования ОЧР. Тем не менее, необходимо учитывать угрозу данного вида помех. Превентивными мерами против пиратства должны быть как технические, так и организационные мероприятия. Постоянный анализ рынка спутниковых услуг может быть одной из организационных мер. Технические методы должны включать создание условий для невозможности и нецелесообразности незаконного использования ОЧР. Также необходимо учитывать внешние факторы. В периоды техногенных и природных катастроф а также международной политической активности потребность в спутниковых линиях связи возрастает.

Внеполосные излучения клиентов.

- Внеполосные излучения являются устойчивой составляющей в спутниковых сетях. Доля данных помех зависит от следующих факторов:
 - техническое состояние передающего оборудования;
 - качество систем мониторинга и контроля спутникового оператора;
 - уровень квалификации персонала арендаторов частотно-энергетического ресурса.
 - Показательным примером в данном случае является помеха, имевшая место в течение нескольких месяцев в спутниковой сети КА «KazSat-2». Помеха спорадически изменяла центральную частоту (сканирующая помеха) в полосе частот более чем 100 МГц, вызывая поочередные сбои во многочисленных каналах связи.
-

Сканирующая помеха в широком диапазоне частот

Сканирующая помеха в полосе частот 103 МГц в транспондерах КА "KazSat-2"



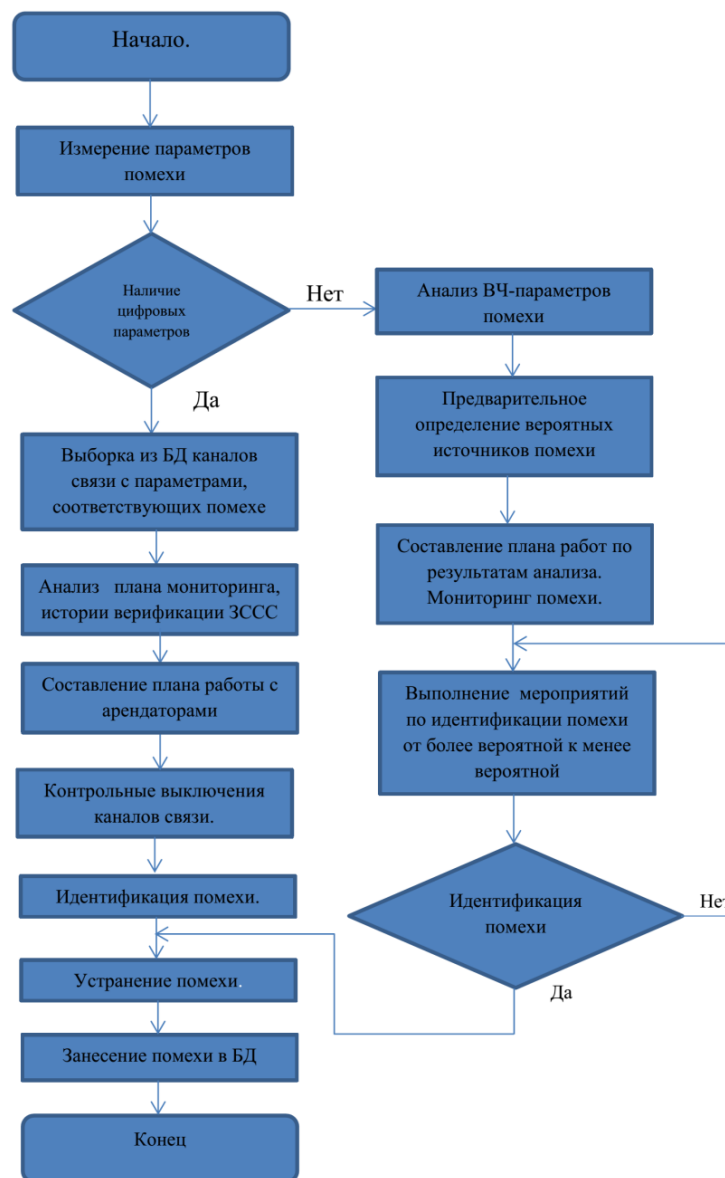
Поиск источника сканирующей помехи замедлен следующими факторами:

- **характеристики помехи имели сходство с описанием сигналов оборудования военного назначения;**
 - **невозможность определения параметров помехи с помощью технических средств станции мониторинга;**
 - **ЗССС, излучающая помеху, являлась одной из более чем 2000 ЗССС, работающих в той же поляризации по технологии «многочастотная МДВР»;**
 - **ограниченность ресурсов оператора, обслуживающих спутниковую сеть.**
-

Поиск и устранение помех.

Планирование и оптимальный выбор последовательности мероприятий могут значительно сократить время от начала появления помехи до момента её устранения. В случае, если определено, наиболее вероятным источником является какая-либо ЗССС, исходными данными могут быть сроки и климатические условия эксплуатации ЗССС. Отсутствие системы геолокации в уполномоченных государственных службах значительно затрудняет поиск помех. По этой причине главным образом спутниковым операторам в РК применяются организационные мероприятия совместно с арендаторами ОЧР и сторонними спутниковыми операторами.

Алгоритм поиска и устранения помехи



Временные затраты на поиск и устранение помех

П.п.	Причина появления помехи	Среднее время от момента появления до момента устранения помехи, дней
1.	Внеполосные излучения клиентов	150
2.	Оборудование наземного сегмента	15
3.	Человеческий фактор	3
4.	Смежные спутниковые помехи	<1
5.	Ошибки планирования	Не определено
6.	Несанкционированное использование ОЧР (пиратство)	Не определено
7.	Преднамеренные помехи	Не определено

Заключение

Снижение помех в спутниковых сетях связи и вещания может быть достигнуто при выполнении системного подхода к данной проблеме. В настоящее время компании следует обратить внимание на компании, входящие в группу Satellite Interferences Reducing Group (sIRG). Компании, входящие в данную группу поддерживают инициативы, которые позволят значительно снизить вероятность появления несанкционированных несущих, оперативно определять источники помех.

Следующие мероприятия должны содействовать эксплуатации транспондеров без помех:

- широкое производство передающих устройств, соответствующих стандарту DVB-CID;
- обновление парка РПДУ оборудованием стандарта DVB-CID операторами связи, передачи данных и телевидения;
- создание автоматизированных систем измерения параметров сигналов в сетях «многочастотная МДВР»;
- совершенствование систем мониторинга связи с целью соответствия уровню развития собственно технологий спутниковой связи;
- повышение уровня взаимодействия между гражданскими и военными организациями в области спутниковой связи, насколько это возможно;
- широкое применение в спутниковых технологиях методов расширенного спектра.

Спасибо за внимание