



Направление 210400.68 «Радиотехника»

Магистерская программа 210400.68.02

«Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов»

Магистерская диссертация студента группы РФ13-32М Иванова Александра Николаевича

Руководитель работы: д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Радиоэлектронные системы»

Алёшечкин Андрей Михайлович

Аннотация: В диссертации рассматривается метод восстановления работоспособности цифрового телевизионного вещания с помощью передвижного ретранслятора на базе автомобильного прицепа. В диссертации разрабатывается конструкция, структурная схема передвижного ТВ ретранслятора, оценивается эффективность его применения.

Содержание доклада:

1. Актуальность проблемы резервирования: особенности зоны обслуживания «Красноярского КРТЦ» (слайд 2); особенности обслуживания сети ЦТВ (слайд 3);
2. Технические требования к мобильному ретранслятору (слайд 4);
3. Компоновка передвижного ретранслятора: рабочее состояние (слайд 5), походное состояние (слайд 6), описание телескопической мачты WT9 (слайд 7);
4. Структурная схема передвижного ретранслятора (слайд 8);
5. Расчёт зоны уверенного приёма передвижного ретранслятора (слайд 9);
1. Области применения передвижного ретранслятора (слайд 10)





Красноярский край: 24 регион Российской Федерации

Часовой пояс: MSK+4, UTC+7

Площадь края: 2367 тысяч км² (2 место в РФ)

Население края: 2829 тысяч человек (13 место в РФ)

Административное деление: 44 районов, 23 города

Плотность населения: 1,19 человек/ км²

Количество одночастотных зон 39

Количество объектов цифрового телевизионного вещания 491

5 этапов строительства:

1 этап - 2013 год; 1 объект, РТС Красноярск, ЦКМ

2 этап - 2014 год; 22 объекта

3 этап - 2014 год; 10 объектов, РТС Норильск, ЦКМ

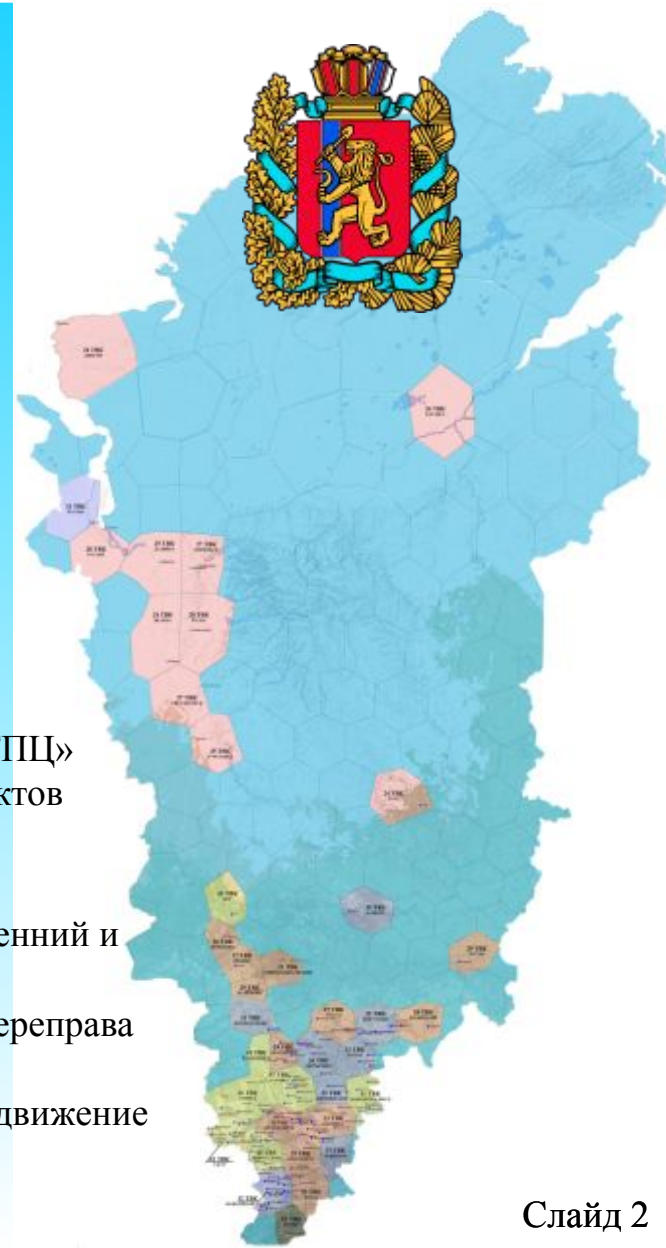
4 этап - 2015 год; 96 объектов

5 этап - 2016 год; 25 объектов

6 этап - 2016 год; 337 объектов

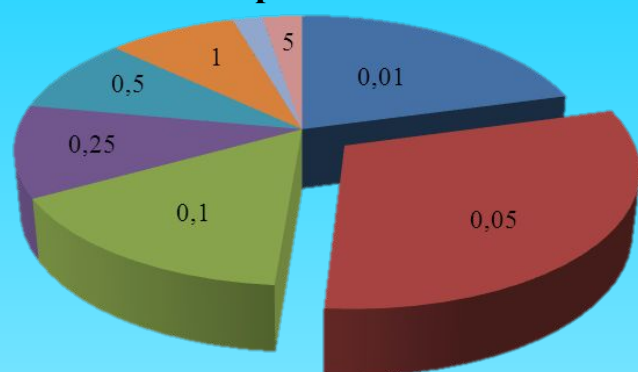
Свыше 150 ретрансляторов ЦТВ в зоне обслуживания «Красноярского КРТПЦ» относится к категории Труднодоступных объектов связи. Для данных объектов связи отсутствует возможность регулярного транспортного сообщения:

1. Большая удалённость. Расстояние превышает 200 км.
2. Грунтовые дороги, по которым проезд затруднен или невозможен в осенний и весенний период.
3. Отсутствие постоянно действующей переправы, мостов через реки. Переправа невозможна в период ледохода.
4. Доставка возможна только авиатранспортом. Отсутствует регулярное движение авиатранспорта.

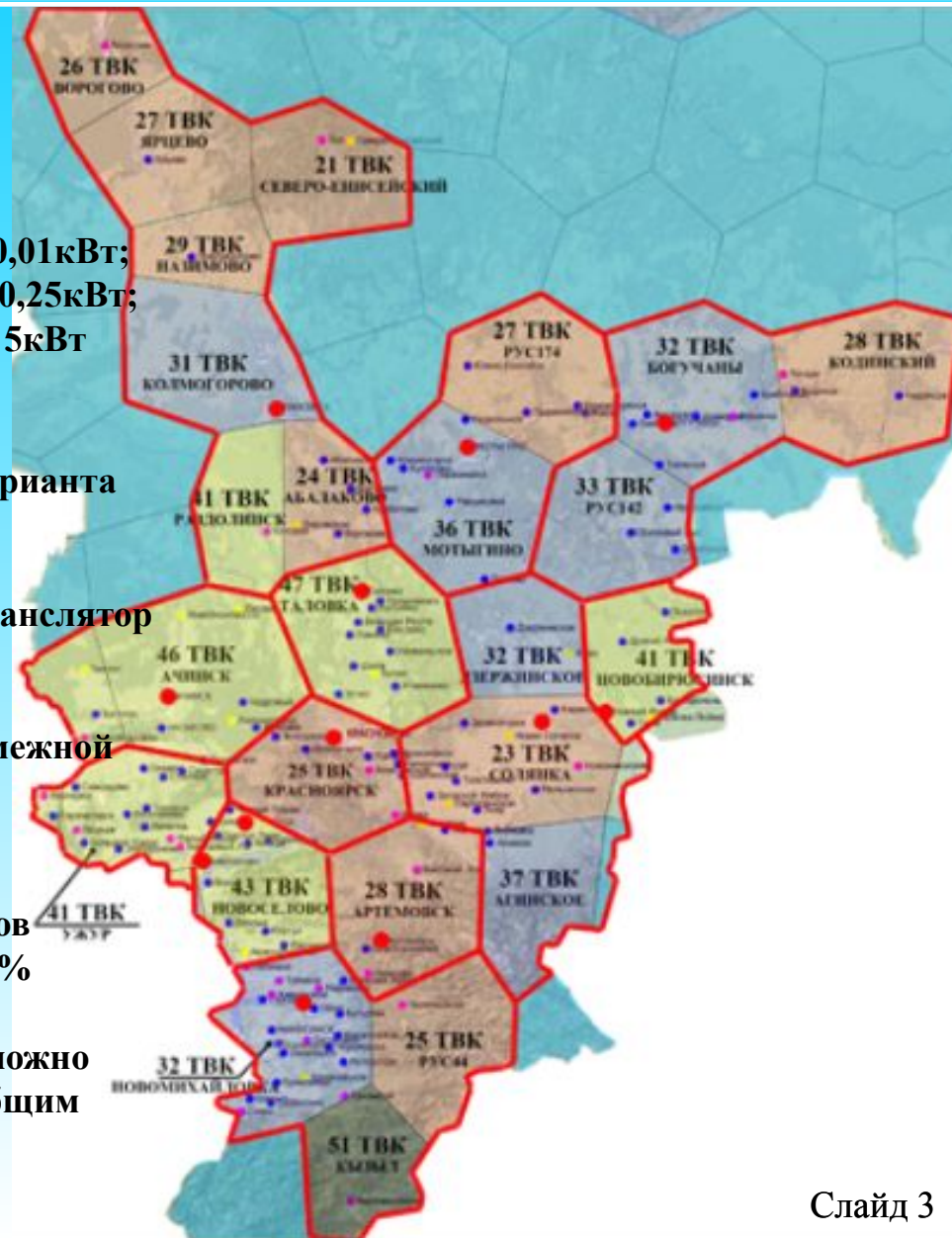




Распределение мощностей передатчиков



Ряд мощностей 0,01кВт;
0,05кВт; 0,1кВт; 0,25кВт;
0,5кВт; 1кВт; 5кВт



С помощью расчётов в диссертации определено три варианта резервирования стационарных станций:

1 вариант: в зоне используется свой передвижной ретранслятор для 114 станций в 12 зонах с охватом 74,671%

2 вариант: используется передвижной ретранслятор смежной зоны со сменным канальным фильтром для 22 станций в 9 зонах с охватом 15,348%

3 вариант: использование передвижных ретрансляторов нецелесообразно для 18 РТС в 18 зонах с охватом 1,599%

Определено, что 13 передвижными ретрансляторами можно обеспечить резервирование 137 станций в 39 зонах с общим охватом населения 90,233%



- Тип шасси:** двухосный автомобильного автоприцеп с инерционными тормозами;
- Минимальные внутренние габариты:** 3000×1500 мм;
- Минимальная грузоподъёмность:** 750 кг;
- Полезная нагрузка:** два горизонтальных термических шкафа с системой терморегуляции;
- две 19" стойки с оборудованием:**
 - два спутниковых приёмника-декодера,
 - два 100Вт передатчика IV-V диапазонов;
- система бесперебойного электропитания:**
 - бензиновый генератор 6кВт, аккумуляторные батареи
 - контроллер заряда и инвертор;
- телескопическая мачта высотой 20м с пневматическим подъёмником;**
- две передающие антенны, общей массой до 35кг;**
- складная, офсетная приёмная антенна ø1,8м;**
- Время развёртывания ретранслятора:** 15мин
- развёртывание мачты** 5мин,
- ориентация приёмной антенны** 5мин,
- подключение и настройка оборудования** 5мин



*

Прототип передвижного телевизионного ретранслятора
мобильный терминал сети VSAT
производства ЗАО «Новатор»



Компоновка передвижного ретранслятора Рабочее состояние



1. Секция питания: бензиновый генератор напряжения, стабилизатор напряжения, контроллер заряда, аккумуляторные батареи, инвертер напряжения.
2. Секция терморегулирования: система отопления, система кондиционирования, подогрев фидера.
3. Рессорное шасси двухосного автомобильного прицепа;
4. Секция эфирной трансляции: два ТВ передатчика мощностью 100Вт перестраиваемые в IV-V диапазоне.
5. Секция автоматики: спутниковые приёмники-декодеры, система сигнализации с GSM-оповещением.
6. Двухуровневые оттяжки.
7. Две широкополосные передающие антенны.
8. Телескопическая мачта с гидравлическим приводом, крепления фидера, гибкий передающий фидер с системой подогрева.
9. Складывающаяся офсетная антенна с облучателем и конверторами.
10. Дополнительные выдвижные опоры.
11. Тяга прицепа с кронштейном крепления передающей антенны и запасным колесом.
12. Переносное заземление.



1. выдвинута телескопическая мачта;
2. установлены оттяжки мачты;
3. закреплен передающий фидер;
4. развёрнута офсетная антенна;
5. развёрнуты дополнительные опоры;
6. установлено переносное заземляющее устройство;
7. установлен дополнительный кабель питания;

Спутниковая приёмная антенна типа DriveAway
Фотография антенны iNetVu 1800



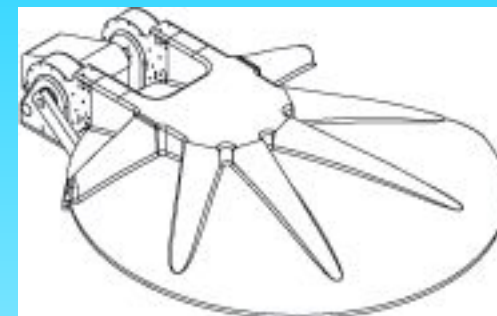
Компоновка передвижного ретранслятора Походное состояние



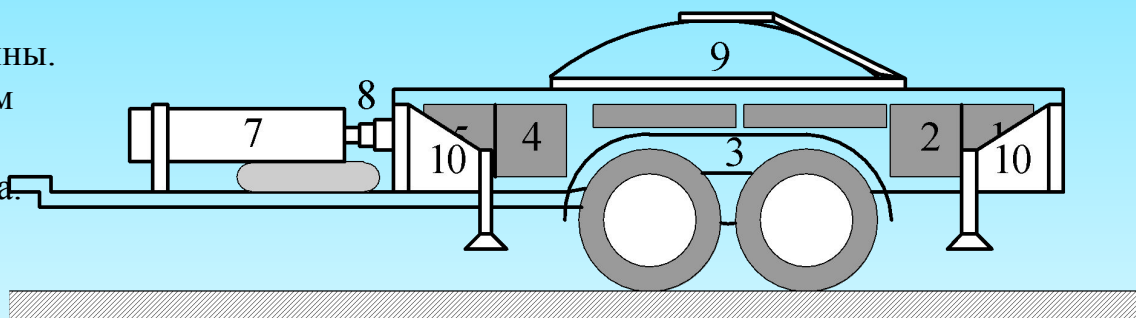
1. Секция питания: бензиновый генератор напряжения, стабилизатор напряжения, контроллер заряда, аккумуляторные батареи, инвертер напряжения.
2. Секция терморегулирования: система отопления, система кондиционирования, подогрев фидера.
3. Рессорное шасси двухосного автомобильного прицепа;
4. Секция эфирной трансляции: два ТВ передатчика мощностью 100Вт перестраиваемые в IV-V диапазоне.
5. Секция автоматики: спутниковые приёмники-декодеры, система сигнализации с GSM-Оповещением.
6. Двухуровневые оттяжки.
7. Две широкополосные передающие антенны.
8. Телескопическая мачта с гидравлическим приводом, крепления фидера, гибкий передающий фидер с системой подогрева.
9. Складывающаяся офсетная антенна с облучателем и конверторами.
10. Дополнительные выдвижные опоры.
11. Тяга прицепа с кронштейном крепления передающей антенны и запасным колесом.
12. Переносное заземление.

Примеры спутниковой приёмной антенны типа DriveAway в походном состоянии

Антенна SNG 1,8m
производства Advantech
Wireless



Антенна iNetVu 1800
производства C-Com
Satellite Systems Inc.



1. сложена телескопическая мачта;
2. сложена офсетная антенна;
3. убраны дополнительные опоры;
4. убрано переносное заземляющее устройство;
5. убран дополнительный кабель питания;

Выбор оборудования передвижного ретранслятора



Телескопическая мачта WT 5

Высота в развёрнутом состоянии	20м
Высота в свёрнутом состоянии	3,7м
Диаметр в основании	152мм
Количество секций	8
Полезная нагрузка	35кг
Общий вес мачты	92кг
Ветровая нагрузка	45км/ч без оттяжек 90км/ч с оттяжками
Время разворачивания	5мин
Состав	мачта и компрессор



Пример установки мачты WT9 на автомобиле

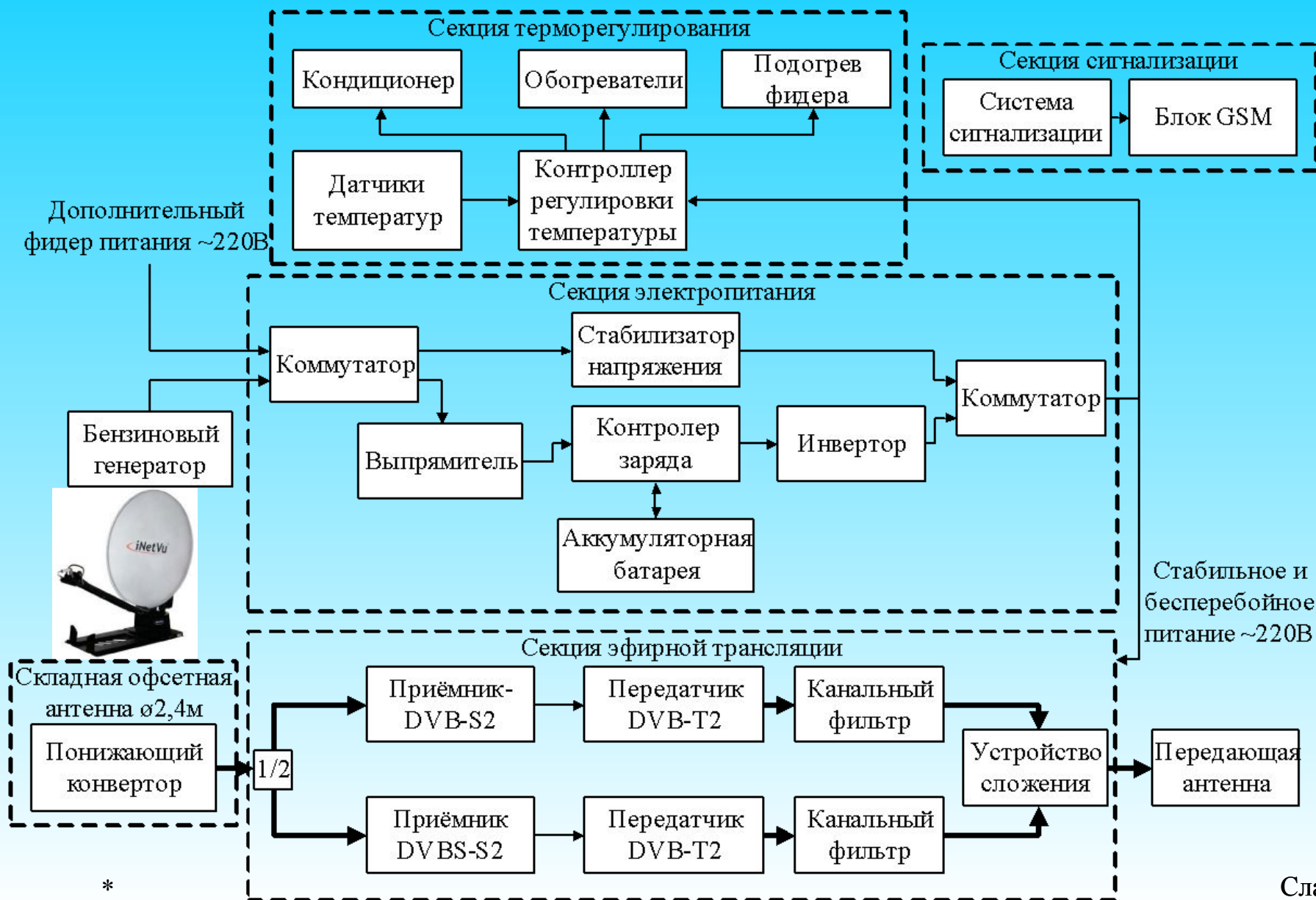


Двухосный автомобильный прицеп МЗСА 832134.202 с инерционной тормозной системой

Полная масса	2500кг
Грузоподъёмность	1700кг
Внешние габариты	5036×2504×829мм
Внутренние габариты	3449×1951×290мм
Дорожный просвет	227мм
Колея	2284мм



Структурная схема передвижного ретранслятора



*

Расчёт зоны уверенного приёма передвижного ретранслятора



Условие устойчивого приёма $P > P_{\text{мин}} + P_{\text{доп}}$

Запас устойчивости $P_{\text{доп}} = k_{\text{тр}}\sigma$, $\sigma = \sqrt{\sigma_d^2 + \sigma_t^2}$

$$\sigma_t = 6,5[1 - \exp(-0,036R)] \quad \sigma_d = 9,51g(\Delta h/50) + 9$$

Минимально допустимый уровень сигнала

$$P_{\text{мин}} = P_{\text{прм}} + B_{\text{ф прм}} - K_{\text{МШУ}} - G_{\text{прм}}$$

Чувствительность приёмника в дБ/мВт

$$P_{\text{прм}} = (20\lg P'_{\text{прм}} - 10\lg R_{\text{прм}} - 90)$$

Уровень мощности на входе приёмной антенны

$$P = P_{\text{исл}} - L(R, h_2, h_1)$$

Уровень ЭИИМ телевизионного передатчика

$$P_{\text{исл}} = P_{\text{прд}} - B_{\text{ф прд}} - B_{\text{к}} + G_{\text{прд}}$$

Модель медианных потерь Окамура-Хата

для городских районов

$$L = 69,55 + 26,16\lg f - 13,82h_2 - a(h_1) + (44,9 - 6,55\lg h_2)\lg R,$$

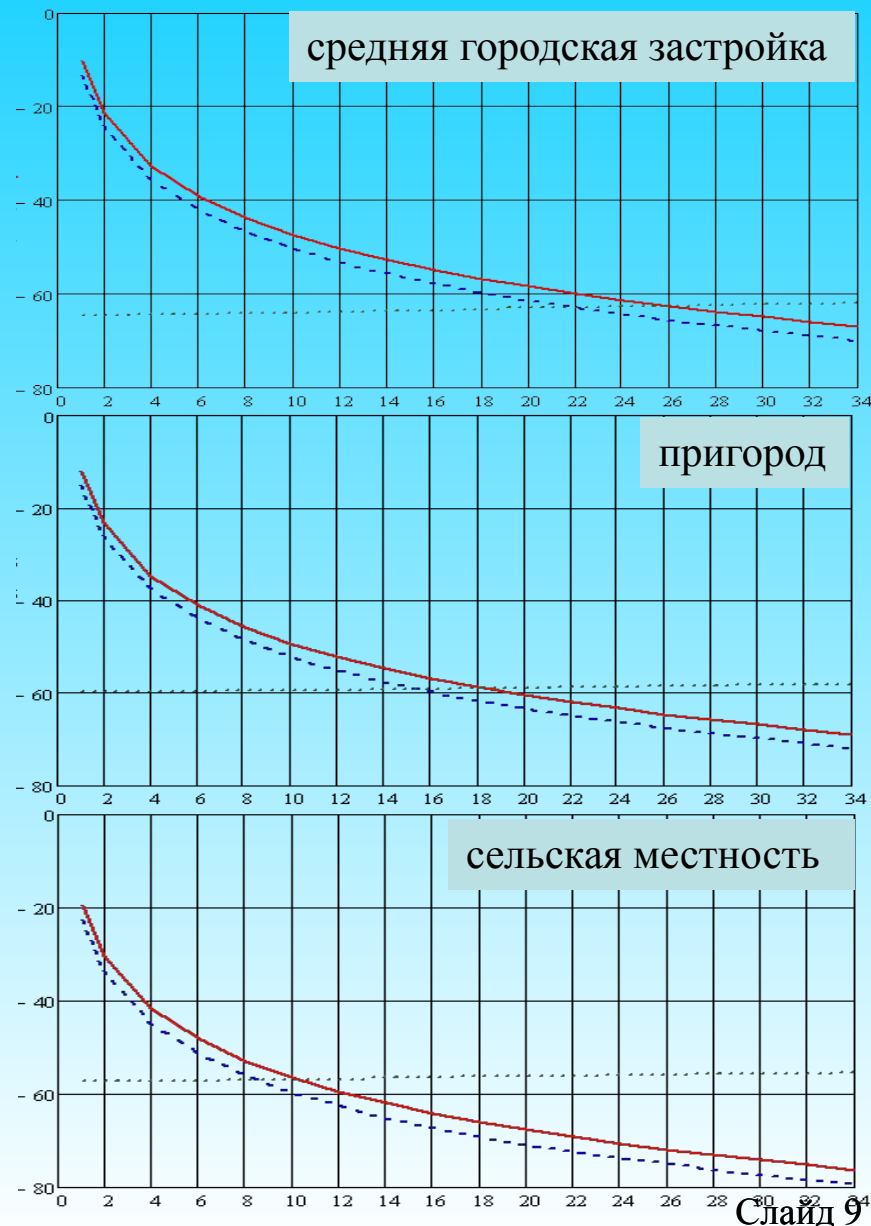
$$a(h_1) = (1,1\lg f - 0,7)h_1 - (1,56\lg f - 0,8); \quad \text{крупный город}$$

$$a(h_1) = 3,2(\lg 11,75h_1)^2 - 4,97. \quad \text{средний город}$$

$$\text{для пригородов} \quad L_s = L - 2\lg(f/28)^2 - 5,4;$$

$$\text{для сельской мест.} \quad L_0 = L - 4,78(\lg f)^2 + 18,33\lg f - 40,94.$$

*





Примеры использования передвижного ретранслятора для резервирования стационарных средств ТВ и РВ вещания:

1. профилактические или аварийные работы на антенно-мачтовых сооружениях, при которых необходимо отключать все ТВ и РВ передатчики;
2. профилактические или аварийные работы на электроустановках объекта связи (распределительных щитов, трансформаторов), при которых необходимо отключать электропитание всего оборудования;
3. восстановление работоспособности оборудования маломощных цифровых ретрансляторов (в зоне обслуживания не более 10 тысяч телезрителей) без остановки вещания;
4. восстановление работоспособности оборудования мощных цифровых DVB-T2 ретрансляторов (в зоне обслуживания свыше 10 тысяч телезрителей) без остановки вещания мультиплекса (10-12 программ).

Спасибо за внимание!

Прошу задавать вопросы.