

# Резервирование станций цифрового телевизионного вещания передвижными ретрансляторами на базе автомобильного прицепа



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 диссертация 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 КРТПЦ» (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)



# Основные характеристики сети цифрового телевизионного вещания «Красноярского КРТПЦ»



Красноярский край: 24 регион Российской федерации

Часовой пояс: MSK+4, UTC+7

Площадь края:  $2367 \text{ тысяч км}^2 (2 \text{ место в } P\Phi)$ 

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

Административное деление: 44 районов, 23 города

Плотность населения: 1,19 человек/ км<sup>2</sup>

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

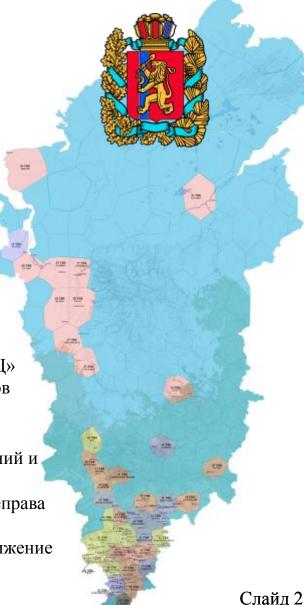
4 этап – 2015 год; 96 объектов

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.





# Основные характеристики сети цифрового телевизионного вещания «Красноярского КРТПЦ»







### Технические требования к передвижному ретранслятору на базе автомобильного прицепа



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;

две передающие антенны, общей массой до 35кг;

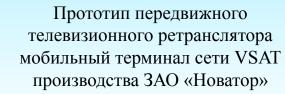
складная, офсетная приёмная антенна ø1,8м;

Время развёртывания ретранслятора: 15мин

развёртывание мачты 5мин,

ориентация приёмной антенны 5мин,

подключение и настройка оборудования 5мин







### Компоновка передвижного ретранслятора Рабочее состояние



Подключение к

внешней сети ~220B

Слайд 5

Секция питания: бензиновый генератор напряжения, стабилизатор напряжения, контроллер заряда, аккумуляторные батареи, инвертер напряжения.

- Секция терморегулирования: система отопления, система кондиционирования, подогрев фидера.
- Рессорное шасси двухосного автомобильного прицепа;
- Секция эфирной трансляции: два ТВ передатчика мощностью 100Вт перестраиваемые в IV-V диапазоне.
- Секция автоматики: спутниковые приёмники-декодеры, система сигнализации с GSM-оповещением.
- Двухуровневые оттяжки.
- Две широкополосные передающие антенны.
- 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.
- Тяга прицепа с кронштейном крепления передающей антемны д запасным колесом.
- Переносное заземление.

Спутниковая приёмная антенна типа DriveAway







1. выдвинута телескопическая мачта;

- установлены оттяжки мачты;
- закреплен передающий фидер;
- 4. развёрнута офсетная антенна;
- 5. развёрнуты дополнительные опоры;
- 6. установлено переносное заземляющее устройство;
- 7. установлен дополнительный кабель питания;



### Компоновка передвижного ретранслятора Походное состояние



1. Секция питания: бензиновый генератор напряжения, стабилизатор напряжения, контроллер заряда, аккумуляторные батареи, инвертер напряжения.

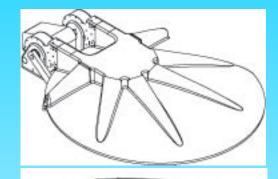
2. Секция терморегулирования: система отопления, система кондиционирования, подогрев фидера.

3. Рессорное шасси двухосного автомобильного прицепа;

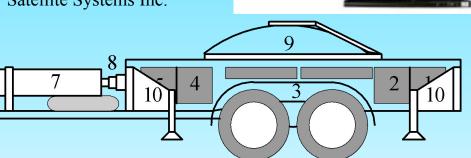
- 4. Секция эфирной трансляции: два ТВ передатчика мощностью 100Вт перестраиваемые в IV-V диапазоне.
- 5. Секция автоматики: спутниковые приёмникидекодеры, система сигнализации с GSM-Оповещением.
- 6. Двухуровневые оттяжки.
- 7. Две широкополосные передающие антенны.
- 8. Телескопическая мачта с гидравлическим 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



Двухосный автомобильный прицеп M3CA 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



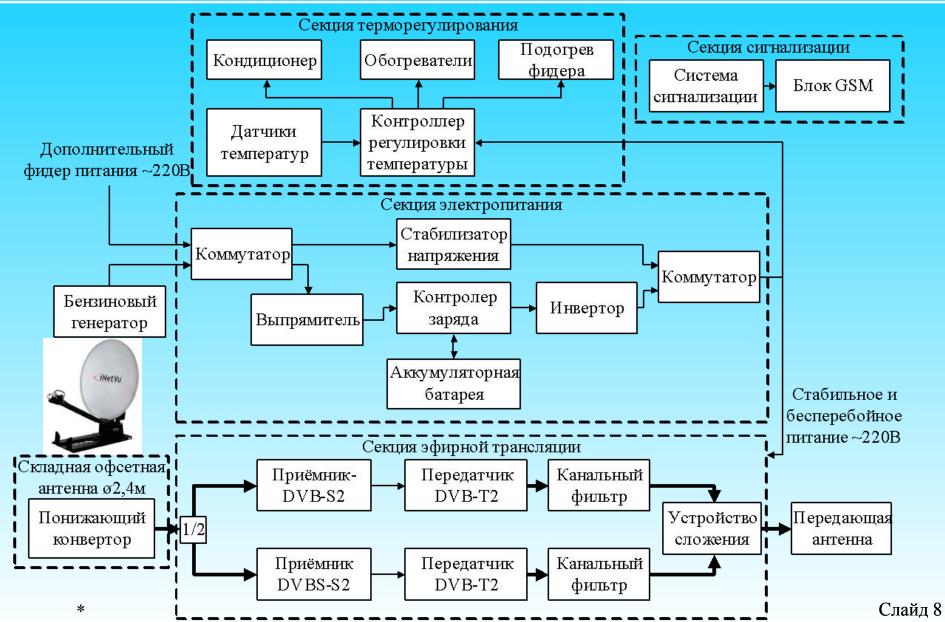
Пример установки мачты WT9 на автомобиле





### Структурная схема передвижного ретранслятора







### Расчёт зоны уверенного приёма передвижного ретранслятора



### Условие устойчивого приёма $P > P_{\text{мин}} + P_{\text{доп}}$ Запас устойчивости $P_{\text{доп}} = k_{\text{тр}} \sigma$ , $\sigma = \sqrt{{\sigma_{\text{d}}}^2 + {\sigma_{\text{t}}}^2}$ $\sigma_{\text{t}} = 6,5[1 - \exp(-0.036R)]$ $\sigma_{\text{d}} = 9.5\lg{(\Delta h/50)} + 9$

### Минимально допустимый уровень сигнала

$$P_{\mathrm{mem}} = P_{\mathrm{mpm}} + B_{\mathrm{\phi} \ \mathrm{mpm}} - \mathcal{K}_{\mathrm{MIII} \, \mathrm{Y}} - G_{\mathrm{mpm}},$$

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

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

Уровень ЭИИМ телевизионного передатчика

$$P_{\mathrm{rem}} = P_{\mathrm{mpm}} - B_{\mathrm{\phi} \ \mathrm{mpm}} - B_{\mathrm{k}} + G_{\mathrm{mpm}},$$

Модель медианных потерь Окамура-Хата

#### для городских районов

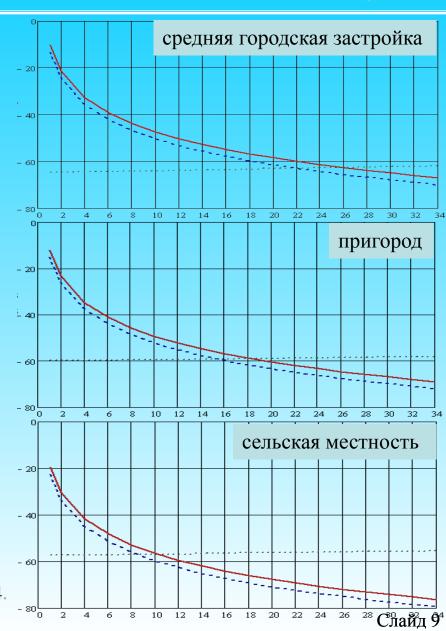
$$L = 69,55 + 26,16\lg f - 13,82h_2 - a(h_1) + (44,9 - 6,55\lg h_2)\lg R,$$

$$a(h_1) = (1.1\lg f - 0.7)h_1 - (1.56\lg f - 0.8);$$
 крупный город

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

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

для сельской мест.  $L_o = L - 4,78(\lg f)^2 + 18,33\lg f - 40,94.$ 





### Область применения передвижного ретранслятора



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.