



Забайкальский государственный  
университет  
Факультет заочный  
Кафедра физики и техники связи



## Выпускная квалификационная работа

Проектирование внутризоновой сети связи в  
Нерчинско-Заводском районе Забайкальского  
края в рамках реализации федерального  
проекта «Устранение цифрового неравенства»

Выполнил студент  
группы ТКО 12-1  
А.В. Пивоваров

Научный руководитель  
И.В. Свешников

## Цель работы :

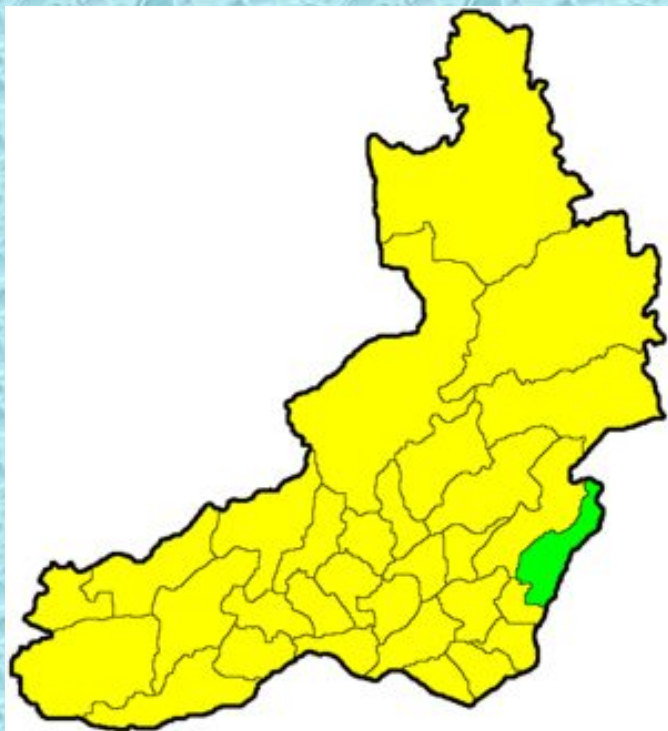
- \* проектирование внутризоновой сети связи для реализации федерального проекта «Устранение цифрового неравенства» в Нерчинско-Заводском районе Забайкальского края «250-500» и «500+»

## Задачи:

- \* Изучение необходимой технической литературой и документации;
- \* Анализ существующего участка сети связи Нерчинско-Заводского района;
- \* Выбор трассы и способа прокладки ВОЛС;
- \* Выбор системы передачи и определение числа каналов на магистрали;
- \* Сравнение и выбор телекоммуникационного оборудования;
- \* Выбор волоконно-оптического кабеля;
- \* Расчет параметров оптоволокна, длин регенерационных участков и распределения энергетического потенциала;
- \* Организация оконечной точки доступа;
- \* Расчет надежности ВОЛПТ;
- \* Разработка схемы сети связи;
- \* Технико-экономическое обоснование проекта;

# Нерчинско-Заводской район

Численность населения								
2002	2007	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
12 499	11 900	11 820	10 782	10 767	10 495	10 247	10 023	9 871

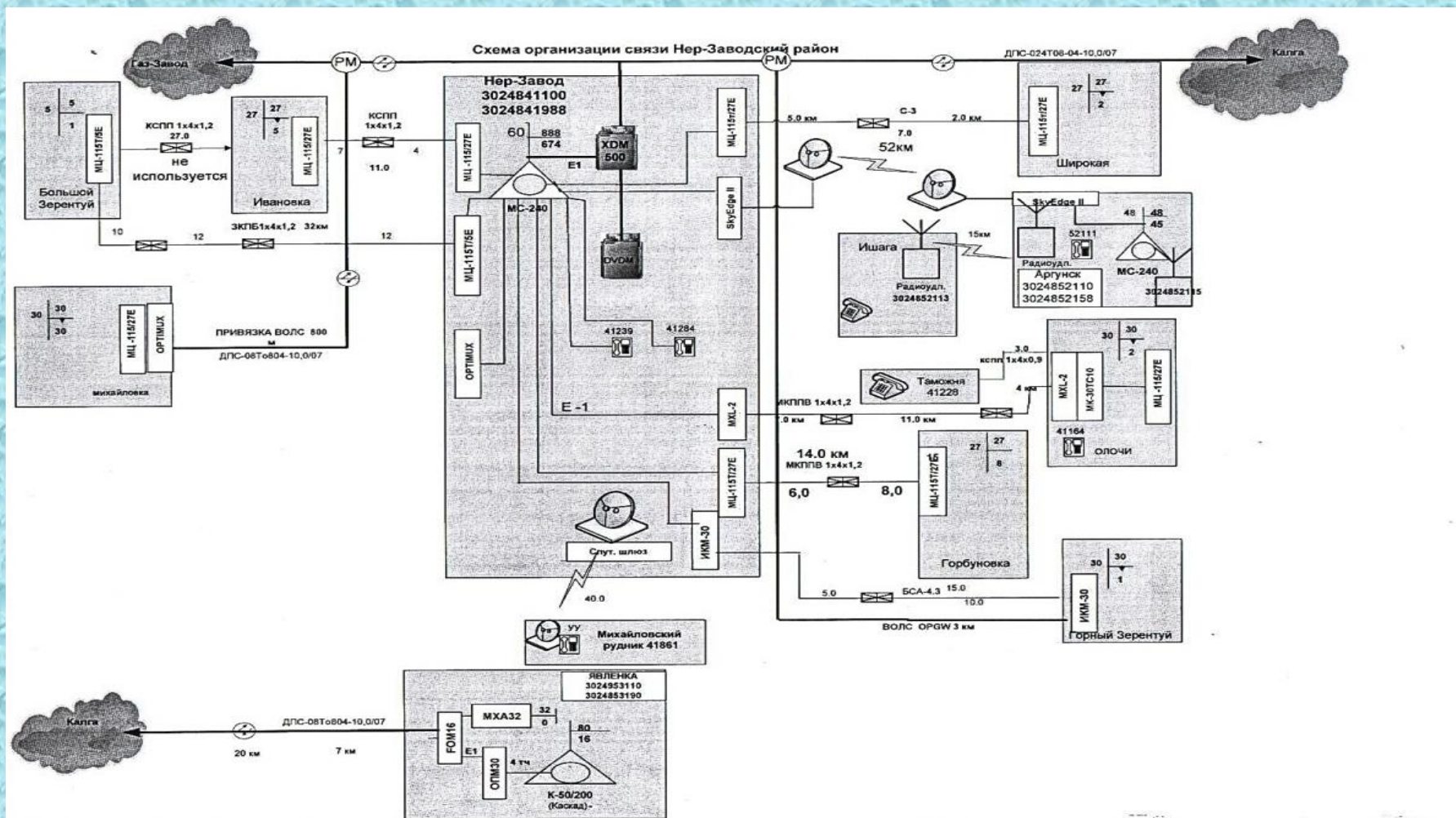


- *Население- 9871 человек;*
- *14 сельских поселений;*
- *Более 20 населенных пунктов.*

Рисунок – Расположение Нерчинско-Заводского района на карте  
Забайкальского края



# Существующая схема связи



# УЦН в Нерчинско-Заводском районе

## Перечень населенных пунктов, участвующих в проекте "250 – 500"

Нерчинско-Заводский район	Аргунское сельское поселение	село Аргунск	496
Нерчинско-Заводский район	Булдуруйское сельское поселение	село Булдуруй 1-й	270
Нерчинско-Заводский район	Георгиевское сельское поселение	село Георгиевка	266
Нерчинско-Заводский район	Горбуновское сельское поселение	село Горбуновка	297
Нерчинско-Заводский район	Ивановское сельское поселение	село Байка	286
Нерчинско-Заводский район	Ивановское сельское поселение	село Ивановка	483
Нерчинско-Заводский район	Олочинское сельское поселение	село Олочи	372
Нерчинско-Заводский район	Уров-Ключевское сельское поселение	село Уровские Ключи	332
Нерчинско-Заводский район	Чашино-Ильдиканское сельское поселение	село Чашино-Ильдикан	315
Нерчинско-Заводский район	Широковское сельское поселение	село Широкая	415

## Перечень населенных пунктов, участвующих в проекте «500+»

Нерчинско-Заводский	с. Явленка	698
Нерчинско-Заводский	с. Большой Зерентуй	774
Нерчинско-Заводский	с. Горный Зерентуй	1153

# Этапы реализации проекта:

- I
  - Планировать строительство магистральных участков ВОЛС согласно программе УЦН.
  - В каждом населенном пункте программы УЦН устанавливать точку доступа WiFi.
- II
  - В случае, если населенный пункт является привлекательным для представления дополнительных услуг, сверх услуг УЦН, строить сеть ШПД на базе одной из технологий – DSL, GPON, БШПД.

Реализация программы «Устранение цифрового неравенства» в Нерчинско-Заводском районе:

1) Проектирование волоконно-оптического линий связи поселений: Аргунск, Булдуруй 1-й, Георгиевка, Горбуновка, Байка, Ивановка, Олочи, Уровские Ключи, Чашино-Ильдикан, Широкая по проекту «250-500» и поселений Явленка, Большой Зерентуй, Горный Зерентуй по проекту «500+».



# Выбор технологии передачи

Характеристика/ Технология	FDDI	Fast Ethernet	ATM	Gigabit Ethernet
Максимальная длина сегмента	2 км (много- модовый оптоволо- конный кабель)	100 м (кабель категории 5); 412 м/2 км (опто- волоконный ка- бель)	200 м(кабель категории 5); 2 км (оптово- локонный кабель — OC3)	25-100 м(кабель категории 5); 550-2000 м (оптоволоконный кабель)
Диаметр сети	100 км	205-320 м	N/A	Определяется конкретным стандартом
Продолжение таблицы 9				
Скорость передачи, Мбит/с	100 Мб/сек	до 100 Мбит/с	25,6-622	1 Гбит/с
Метод доступа к среде передачи	Передача маркера	CSMA/CD	Установление соединений (PVC/SVC)	CSMA/CD
Тип транспортного кадра	IEEE 802.5	Ethernet	Ячейка размером 53 байта	Ethernet
Режим полнодуп- лексной передачи	Есть	Есть	Есть	Есть
Передача мультимедиа	Реализована в стандарте FDDI II	Нет	Есть	Есть(стандарт IEEE 802.1p/Q)
Интеграция с существующими локальными сетями	Есть	Есть	Есть	Есть
Приоритетная область применения	Магистраль сети	Высоко- скоростной доступ к серверам рабочих групп	Магистраль сети	Высоко- скоростной доступ к серверам организации
Сравнительная стоимость реализации	Средняя	Низкая	Высокая	Средняя

Исходя из проведенного расчета каналов связи (таблица 9) следует, что необходимая скорость передачи данных составляет 412,5 Мбит/с. С учетом услуги передачи данных для каждого поселения получаем 452,5 Мбит/с. Таким образом, система передачи на проектируемом участке будет соответствовать уровню передаче информации Gigabit Ethernet.

# Выбор оборудования передачи

Характеристика	TOPGATE-8E1-2FG.	Zelax ГМ-1Gb-8E1	FoMUX-8LE.
E1/E0	8	8	8
100 Base-TX	2, 4	1	1
1000 Base-TX	-	1	-
SFP	2	2	1
Дальность связи по оптике	140 км.	120 км.	140 км.
Цена	41000 р.	42000 р.	45000 р.

Выбор сделан в пользу мультиплексоров серии TopGate



# Выбор волоконно-оптического кабеля

Для прокладки в грунт кабеля в проектируемой местности необходимо учесть все требования:

Во - первых, кабель прокладываемый в грунт, должен содержать броню из круглых стальных проволок.

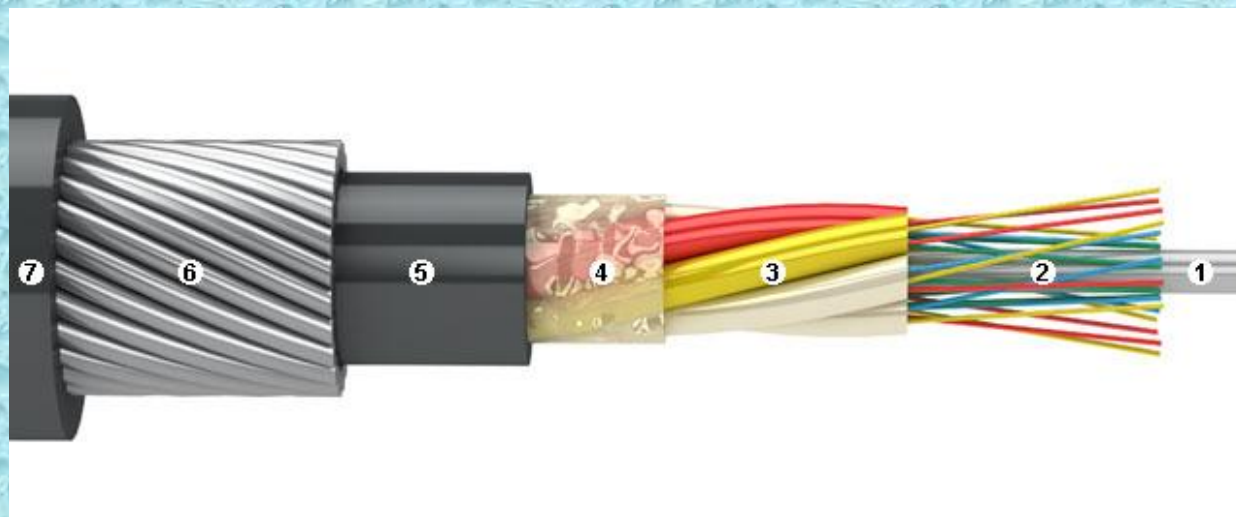
Во - вторых, допустимая растягивающая нагрузка, не менее 15 кН;

В - третьих, допустимая раздавливающая нагрузка, не менее 1 кН/см;

В-четвертых, количество оптических волокон в кабеле, для удовлетворения всех потребностей, а также с учетом перспективы развития – не менее 24 волокон;

В - пятых, температура эксплуатации кабеля, с учетом климата проектируемого района.

В данное время на сетях Забайкальского края широкое применение находит кабель ДПС-024, ДАС-024 завода изготовителя ООО «СК-Кабель».



1. центральный силовой элемент (ЦСЭ) - диэлектрический стеклопластиковый прут;
2. оптические волокна, уложенные в полимерные трубки (оптические модули).
3. оптический модуль в оболочке из ПБТ, заполненный гидрофобным гелем.
4. межмодульный гидрофобный гель.
5. промежуточная оболочка из полимерного материала.
6. броня из высокопрочных стальных оцинкованных проволок с нанесенным гидрофобным гелем.
7. оболочка из полимерного материала.

# Точка доступа и схема подключения оборудования

## Варианты организации абонентского доступа по WiFi:

1) Коммутатора MES и точка доступа WOP-12ac: Точка доступа WOP-12ac, 802.11 ac (5G WiFi), 2.4/5GHz; 3x3 MIMO;. 2 порта 10/100/1000 Base-T, 1 порт 100/1000Base-X(SFP), 6 разъемов N-типа для подключения внешних антенн, модуль SPM-25-220/12

2) Коммутатор MES и точка доступа WOP-12ac: Точка доступа WEP-12ac, 802.11 ac (5G WiFi), 2.4/5GHz; 3x3 MIMO;. 2 порта 10/100/1000 Base-T, 48 В DC-PoE+, 12В



Рисунок - Схема подключения точки доступа.

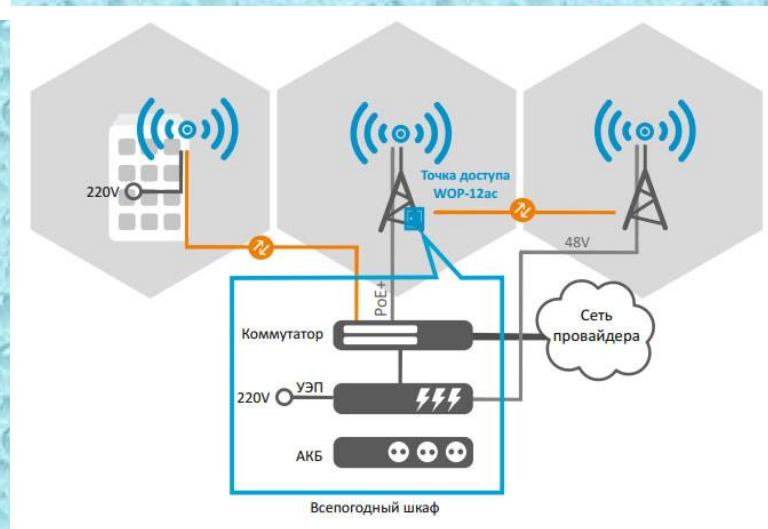


Рисунок - Схема комплексного решения по технологии Wi-Fi



# Спасибо за внимание!

Выполнил студент  
группы ТКО 12-1  
А.В. Пивоваров

Научный руководитель  
И.В. Свешников