

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Радиоэлектроника и телекоммуникации»

Выпускная квалификационная работа на тему:

**Построение на основе архитектуры FTTH с  
использованием технологии Turbo GERON  
мультисервисной оптической сети в поселке  
Расково»**

Выполнил студент  
группы БРТХН-41  
Слободянюк А. Б.  
Руководитель ВКР:  
доцент каф РТ, к.т.н.,  
доцент Скворцов А. А.

Саратов 2020

# Общие сведения о пассивных ОПТИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Пассивная оптическая сеть (PON) - распределительная сеть доступа основана на древовидной волоконно – кабельной архитектуре с пассивными оптическими разветвителями на узлах, представляет экономичный способ обеспечить широкополосную передачу информации. При этом архитектура PON обладает необходимой эффективностью наращивания узлов сети и пропускной способности в зависимости от настоящих и будущих потребностей абонентов.

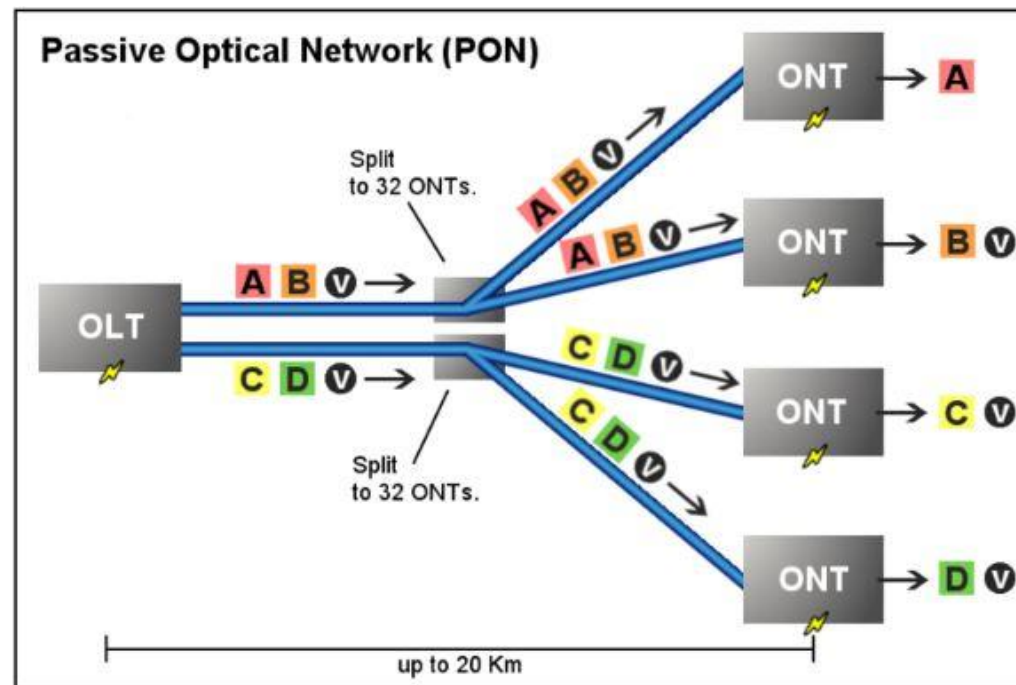


Рисунок 1 – Древовидная архитектура PON

# Технологии пассивных оптических сетей

Ethernet

сетей

Token Ring

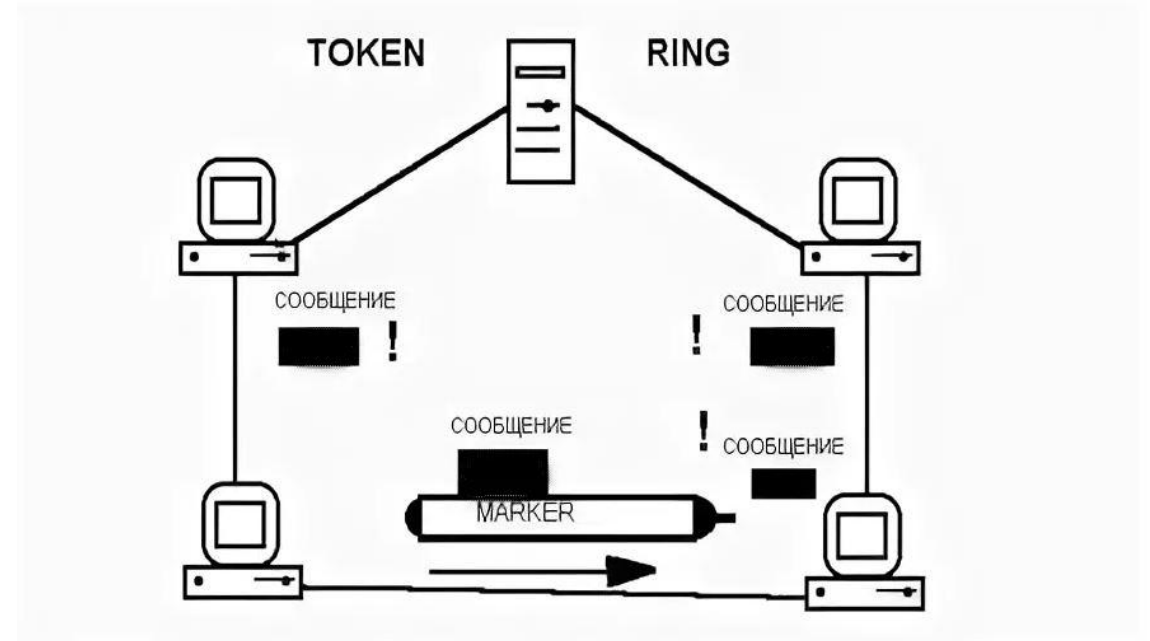
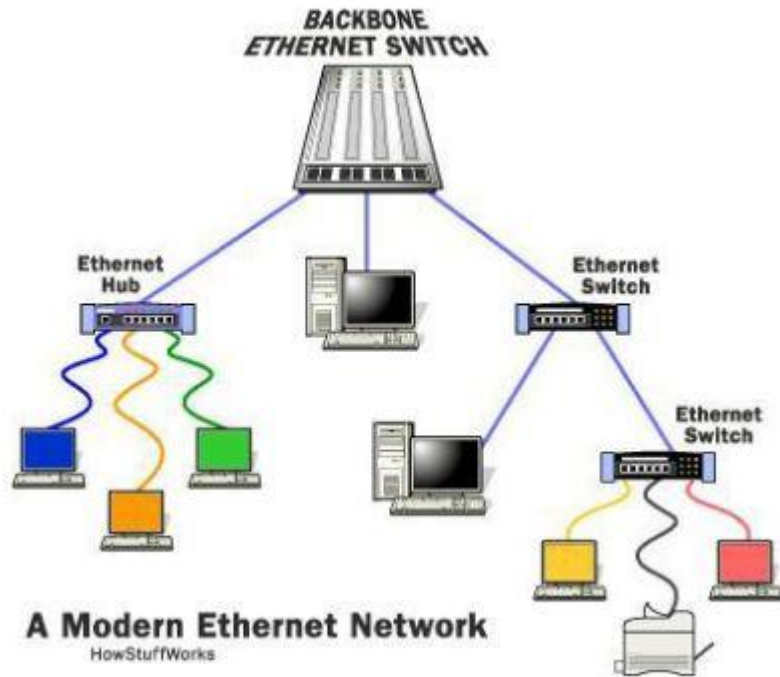
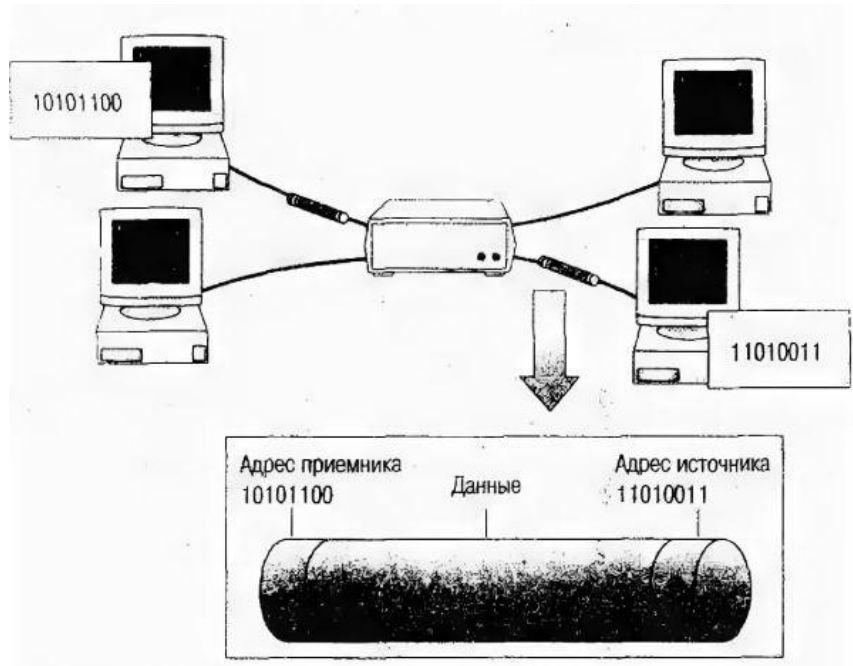


Рисунок 2 – простая сеть технологии Ethernet

Рисунок 3 – простая сеть технологии Token Ring

# Технологии пассивных оптических сетей

- ARCnet



- FDDI

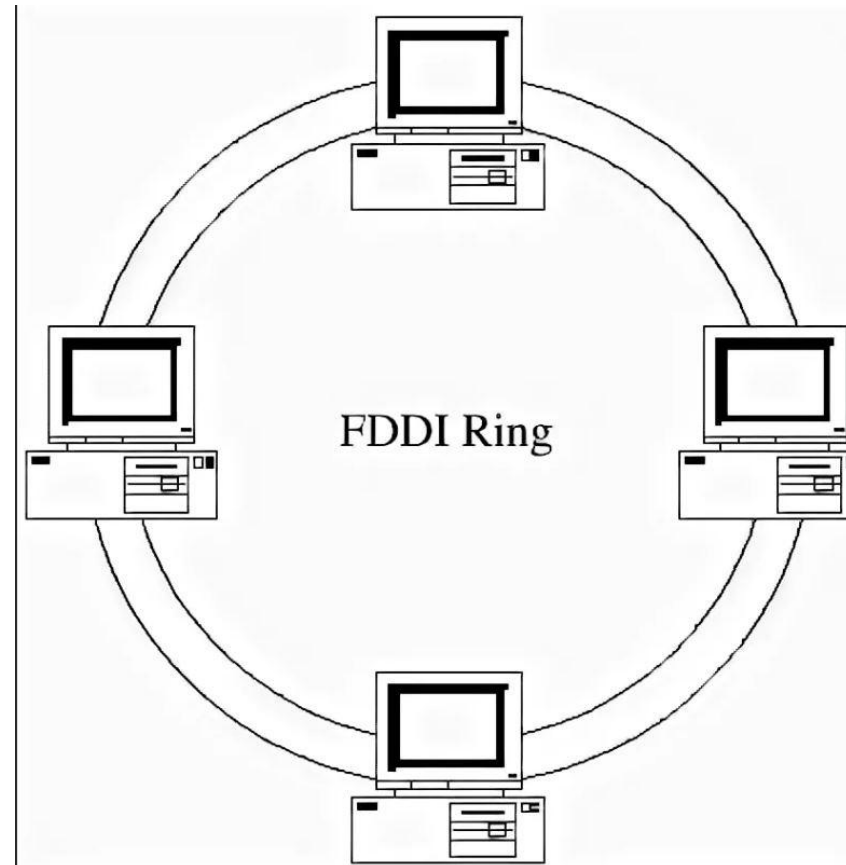
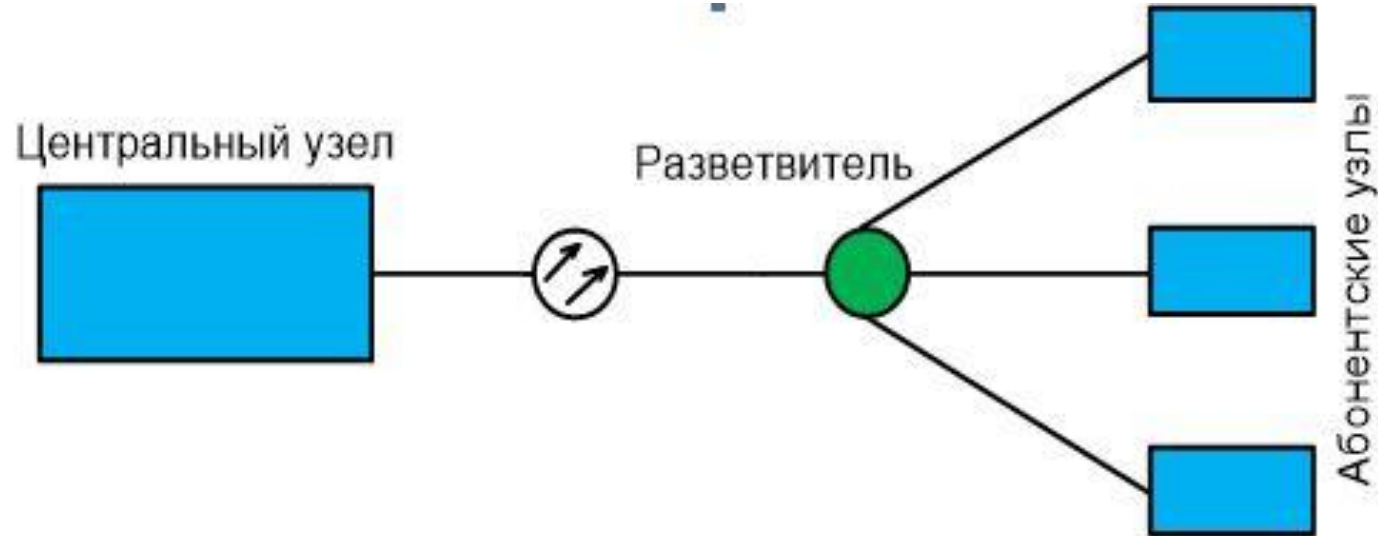


Рисунок 4 – простая сеть технологии ARCnet

Рисунок 5 – простая сеть технологии FDDI

# Топология построения сети



- Типовая технология - PON
- оптимальное число волокон
  - оптимальное число оптических передатчиков
  - более сложное взаимодействие узлов

Рисунок 6 - Топология «дерево с пассивным оптическим разветвлением»

**Цель работы:** Спроектировать пассивную оптическую сеть Turbo GERON для поселка Расково в Саратовском районе Саратовской области, что позволит улучшить социально-бытовые условия граждан.



# Посёлок Расково Саратовский

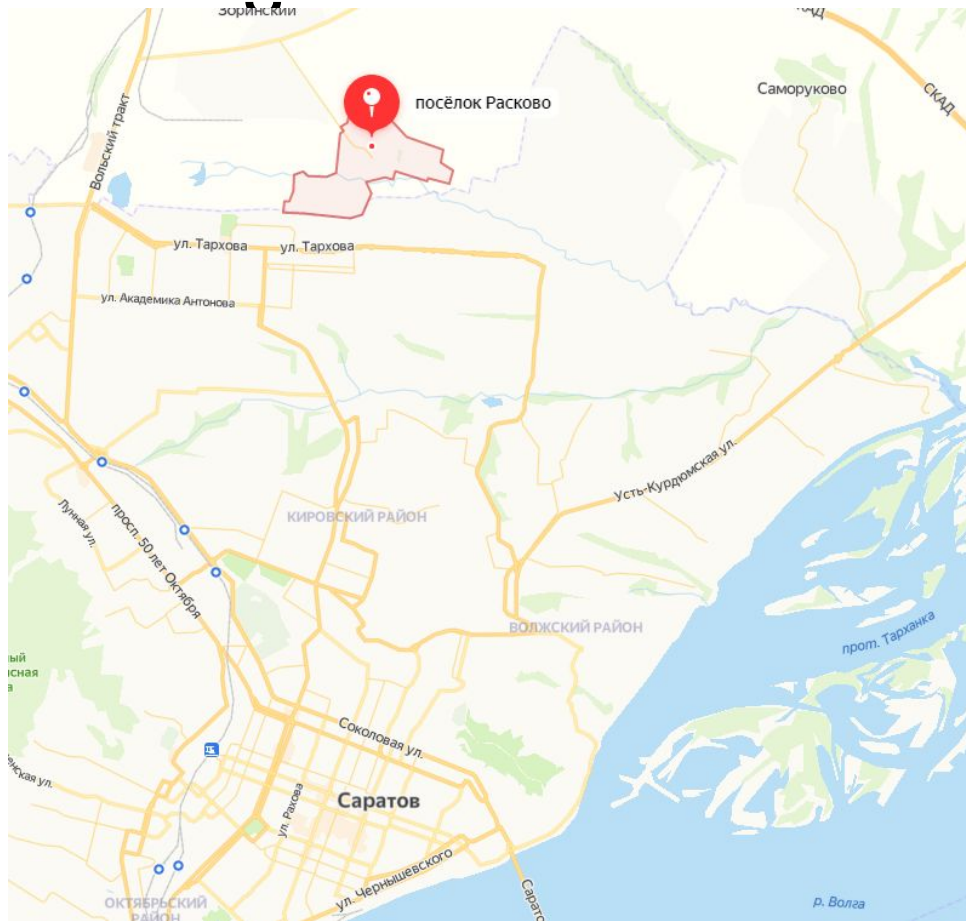


Рисунок 7 – Расположение посёлка Расково



Рисунок 8 – посёлок Расково

# Трасса прокладки РОН

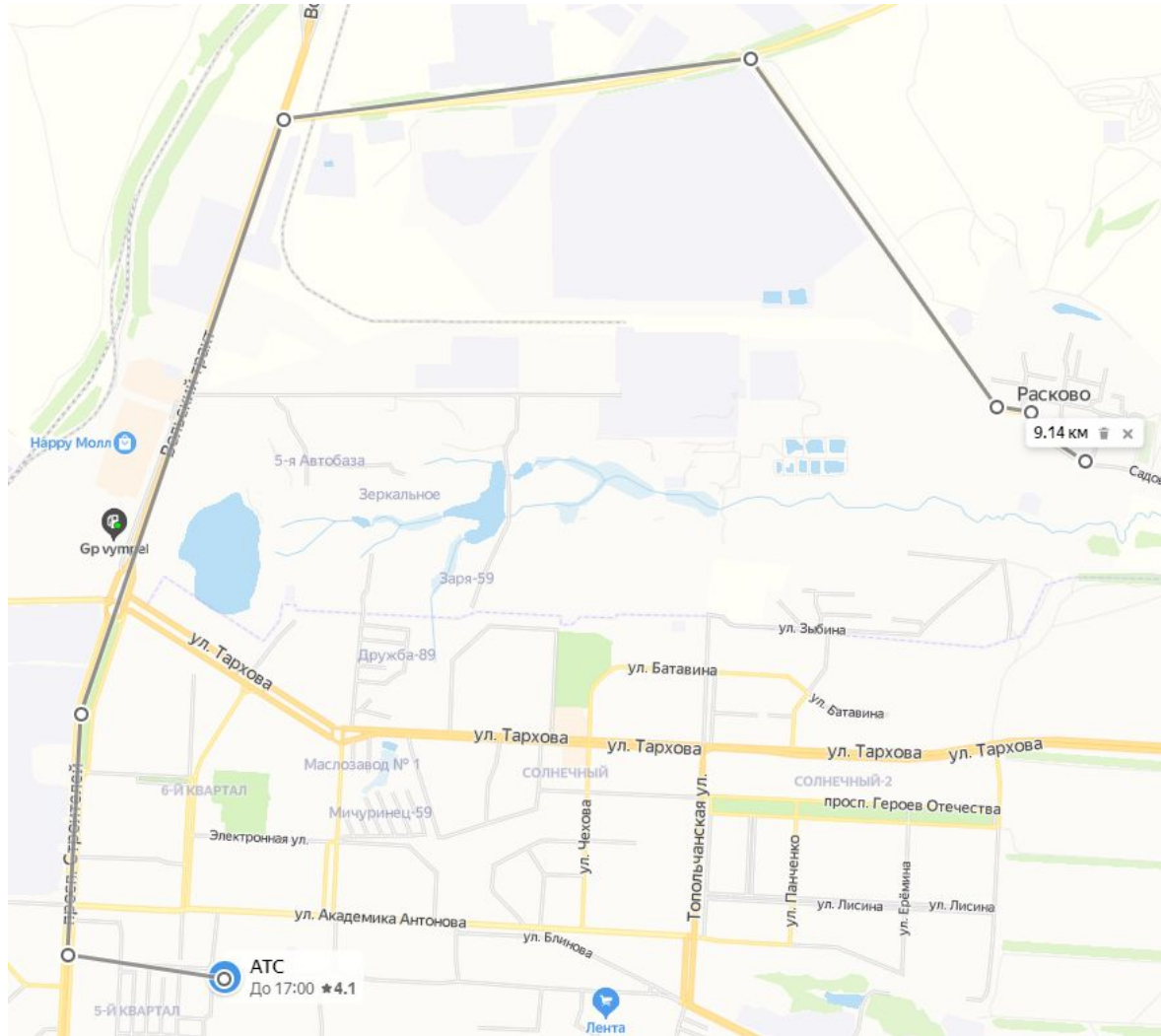


Рисунок 9 - Схема прокладки оптического кабеля



# Необходимое оборудование



Рисунок 10 – Внешний вид  
MA5680T

Параметры	Производители
	Huawei
Модель	<u>SmartAX 5680T</u>
Количество плат GEPON	3
Количество PON – портов в плате	4
Количество абонентов на порт	до 64
Количество LAN - портов	6
Энергопотребление при полной нагрузке	< 1500 W
Количество портов <u>Turbo GEPON</u> на одну плату	4
Скорость передачи порта <u>Turbo GEPON</u>	Восходящее направление: 1,25 Гбит/с Нисходящее направление: 2,488 Гбит/с
Дальность передачи	20 км
Коэффициент расщепления	<u>Turbo GEPON</u> : 1:64
Распределение полосы пропускания	Динамическое распределение полосы пропускания с шагом 64 Кбит/с
Типы LAN - портов	4*RJ-45/SFP
Максимальное количество абонентских устройств	1024
Максимальная скорость к абоненту/от абонента, Гбит/с	2,5/1,25
Тип волокна	стандартное <u>одномодовое</u> волокно (ITU T G.652)
Длины волн прием/передача, нм	1310/1490 (1550 для CATV)
Максимальное расстояние, км	до 20
Стоимость платы <u>Turbo GEPON</u> , руб	210,450

## Результаты численного анализа



Рисунок 11 – Внешний вид (ONT)  
Echo Life HG8245

Параметры	Производители
	Huawei
Модель	<u>Echo Life HG8245</u>
Количество портов Turbo GEPON/LAN	1/4
Количество телефонных портов	-
Типы Turbo GEPON/LAN - портов	4*RJ-45
Длины волн прием/передача, нм	1310/1490 (1550 для CATV)
Стоимость <u>оборудования</u> ONT, руб	3270
Размеры (Ш x Г x В)	195 мм x 174 мм x 34 мм
Порты	2POTS+4GE+1USB+1Wi-Fi
Средняя потребляемая мощность	8 Вт
Условия работы	Температура: 0°C ~ +40°C; Влажность: 5%–95%, без конденсации
Питание	Адаптер вход: ~100–240 В, 50–60 Гц; Адаптер выход: 11–14 В, 2 А
Вес	Около 550г (включая адаптер питания)

# Оборудование тракта линии



Рисунок 12 - Коробка распределительная телекоммуникационная оптическая КРТО – 8/8 – SC



Рисунок 2.10 – Муфта защитная полиэтиленовая МТОК 96/216 – 01 – IV



Рисунок 13 – Планарный сплиттер фирмы OLink

Параметр	КРТО – 32С
Коэффициент ветвления	1:32
Технология изготовления сплиттера	PLS
Рабочая длина волны, нм	1260 - 1650
Вносимые потери, дБ, max	17,5
Неравномерность, дБ, max	1,9
Возвратные потери, дБ, max	50
Рабочая температура, °С	-20 +65
Габариты корпуса (ВхШхГ), мм	490x355x70
Вес, кг	8,5



Рисунок 14 – Кабель ОПН– ДПС–04–032А08–7,0



Рисунок 15 – Кабель ОПН– ДНО–04–016А04–2,7

# Оптический бюджет

Параметр	Значение
Уровень выходной мощности OLT, дБ	+ 3
Чувствительность OLT дБ	- 28
Уровень выходной мощности ONT, дБ	+3
Чувствительность ONT дБ	- 27
Затухание в ОВ, дБ/км	
на длине волны 1550 нм	0,22
на длине волны 1310 нм	0,36
Затухание на разъемном соединений, дБ	0,3
Затухание на сварном соединении, дБ	0,08
Запас мощности, дБ	3

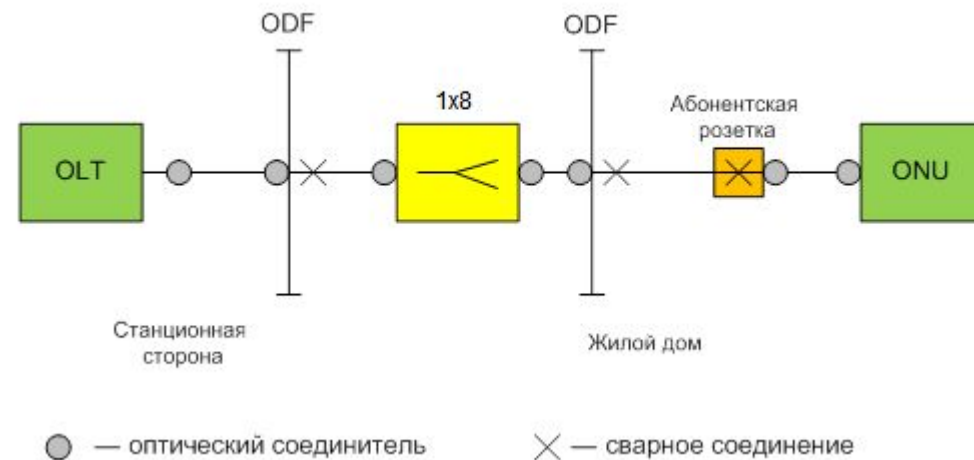


Рисунок 16 – Схема подключения абонентов

Суммарное затухание на линии OLT – ONT

$$\alpha_{\Sigma} = L \cdot \alpha_{OB} + n_{pc} \cdot \alpha_{pc} + n_{ce} \cdot \alpha_{ce} + n_{cнт} \cdot \alpha_{cнт}$$



# Уровни мощности оптического сигнала

$$P_{\text{Вх}OLT} = P_{\text{Вых}ONT} - L \cdot \alpha_{OB} - n_{pc} \cdot \alpha_{pc} - n_{cv} \cdot \alpha_{cv} - n_{Cпл} \cdot \alpha_{Cпл},$$

$$P_{\text{Вх}ONT} = P_{\text{Вых}OLT} - L \cdot \alpha_{OB} - n_{pc} \cdot \alpha_{pc} - n_{cv} \cdot \alpha_{cv} - n_{Cпл} \cdot \alpha_{Cпл},$$

Расчет для восходящего потока (самый ближний абонент):

$$P_{\text{Вх}OLT} = 3 - 9,14 \cdot 0,35 - 7 \cdot 0,3 - 4 \cdot 0,08 - 1 \cdot 11 = -15,52 \text{ дБм}$$

Расчет для нисходящего потока (самый ближний объект):

$$P_{\text{Вх}ONT} = 3 - 9,14 \cdot 0,22 - 7 \cdot 0,3 - 4 \cdot 0,08 - 1 \cdot 11 = -13,6 \text{ дБм}$$

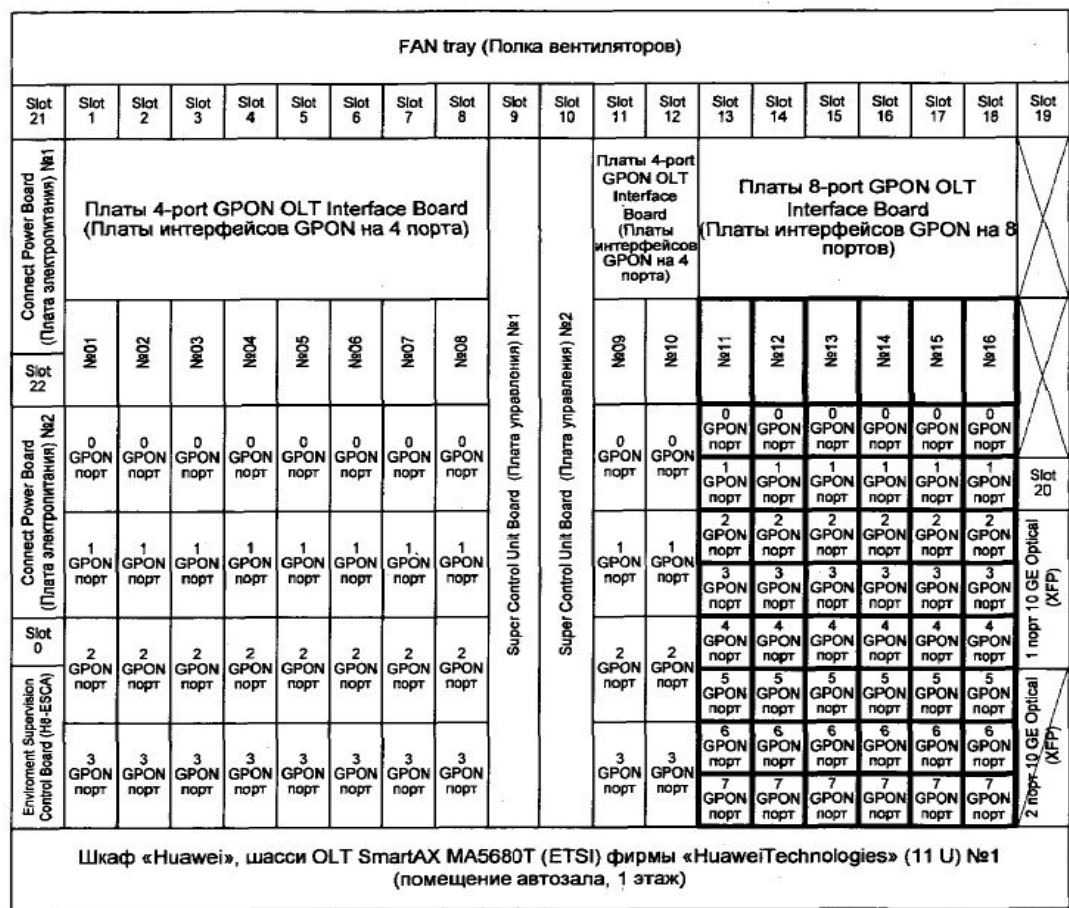
Расчет для восходящего потока (самый дальний абонент):

$$P_{\text{Вх}OLT} = 3 - 15,27 \cdot 0,35 - 7 \cdot 0,3 - 4 \cdot 0,08 - 1 \cdot 11 = -15,8 \text{ дБм}$$

Расчет для нисходящего потока (самый удаленный объект):

$$P_{\text{Вх}ONT} = 3 - 15,27 \cdot 0,22 - 7 \cdot 0,3 - 4 \cdot 0,08 - 1 \cdot 11 = -13,8 \text{ дБм}$$

# Организации связи в



Условные обозначения:

- проектируемое оборудование;
- существующее оборудование;
- места для расширения;
- резервные порты GE.

Рисунок 17 - Схема размещения плат в шасси MA5680T

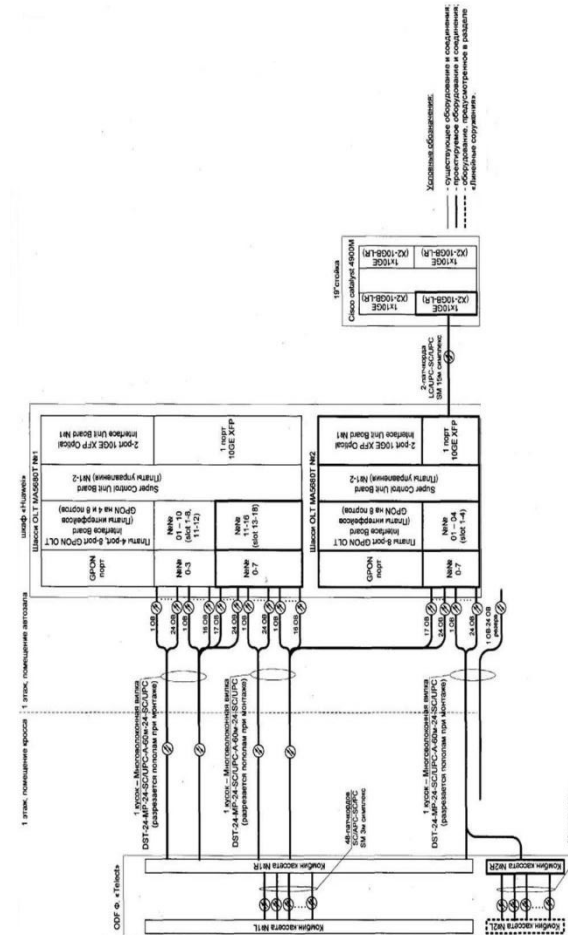


Рисунок 18 - Внешние соединения кабельных соединений





# Экономическое обоснование

## Смета расходов

Тип оборудования/работы	Средняя рыночная цена за оборудование с НДС, руб.	Количество, шт (км)	Общая стоимость с НДС, руб.
<b>1. Оборудование</b>			
Станционное оборудование (OLT) Eltex LTE-8X	150188	2	304376
КРТО – 8/8	430	76	32680
КРТО – 12	450	114	51300
КРТО - 16	947	24	22728
КРТО - 32	3290	3	9870
КРТО - 64	4510	41	184910
Абонентский терминал (ONT) NTP-RG-1402GC-W	2010	200	40200
Маршрутизатор Eltex ESR-	238334	1	283334
ИБЭП APC SURTD3000 с набором АКБ	50155	1	110155
<b>2. Материалы</b>			
Шкаф телекоммуникационный SNR 19", 18U	15600	1	15600
Шкаф телекоммуникационный антивандальный	7300	8	58400
ШКОС 19"	2250	8	18000
Распределительная коробка NR-FTTH-FDB-04	270	300	81000
Сплиттер 1x64	11700	18	210600
<b>3. Кабельная продукция</b>			
ОПН-ДНО-04-016A04-2,7	73300	1,1	80630
Кабель ОБВ-шт(А)-42 (км)	28510	1,4	39914
Муфта оптическая серии SNR-FOSC-D-T (GPI-D-T)	1790	4	7160
Итого (п.1 – п.3)			1550857
Стоимость неучтенных материалов (10%)			155085,7
Итого по смете			1705942,7

## Тарифные планы и их

### СТОИМОСТЬ

Наименование услуги	Состав услуги	Стоимость руб/мес.
Интернет	Широкополосный <u>безлимитный</u> доступ в интернет на скорости 100 <u>мбит/сек</u>	699
Телевидение	279 цифровых телеканалов	599
Телефонная связь	Предоставление линии междугородной и местной телефонной линии, неограниченное соединение.	572
Поддержка	Выезд бригады и on-line поддержка	600
Аренда	Аренда абонентского терминала	300
Итого		2770

Общие расходы:  

$$\text{Эр} = 1562439 + 426485,5 + 3000 = 1635084,5$$
 руб./год

Годовой доход в первый год компании составит:  

$$\text{П} = \text{Рмес} \times 12 + = 240990 \times 12 + 12500 \times 87 = 3978500$$
 руб.

Годовой доход в последующие годы компании составит:  

$$\text{П} = \text{Рмес} \times 12 + = 240990 \times 12 + 12500 \times 87 = 2\,891\,000$$
 руб.

# Список использованной литературы

- Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. 3-е изд. - С-Пб.: Питер, 2006. - 985 с.
- Складов О.К. Современные волоконно-оптические системы передачи, аппаратура и элементы. М.: Политех-4, 2004 - 234 с.
- Крук Б.И., Попантопуло В.Н., под ред. профессора Шувалова В.П. Телекоммуникационные системы и сети. Учебное пособие - Изд. 3-е, испр. и доп. - М.: Горячая линия - Телеком, 2003. - 647 с.: ил. - Т.1 - 3.
- Алексеев Е.Б. Оптические сети доступа. Учебное пособие - М.: ИПК при МТУ СИ, 2005 г. - 140 с.
- Григорьев В.А., Лагутенко О.И., Распаев Ю.А. Сети и системы радиодоступа - М.: Эко-Трендз, 2005. - 384 с.
- Рошан Педжман, Лиэри Джонатан. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11.: Пер.с англ. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. - 304 с..
- Проф. кэн Л.А. Сафонов, Г.Н. Смоловик. Экономическая эффективность инвестиционных проектов. Методология и инструментарий оценки. Монография - Новосибирск: СибГУТИ. - 2007 г. - 160 с.
- Симакова Н.Н. Оказание первой помощи пострадавшим при несчастных случаях. Учебное пособие - Новосибирск: СибГУТИ, 2007 г.
- Голубицкая Е.А. Экономика связи. - М.: Ириас, 2006. - 488 с
- Складов О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. издательство Лань – 2016 – 268 с.
- Дворецкий, И.М. Мультисервисный абонентский доступ и NGN/ И.М. Дворецкий // Журнал технологии и средства связи. Специальный выпуск Системы абонентского доступа.- 2007 - Т III. - 2. - С. 7 - 9.
- Варданян В. А. DWDM-SCM-PON-сети: Монография/ В. А. Варданян.- Санкт-Петербург: Лань, 202-304с. : ил. – ( Учебники для вузов. Специальная литература)
- Горлов Н.И., Микиденко А.В., Минина Е.А. Оптические линии связи и пассивные компоненты ВОСП. - Новосибирск, 2003г. – 229с.
- Правила техники безопасности при работах на кабельных линиях связи и проводного вещания. – М.: Связь, 1979г. – 150с.
- ОСТ 45.104-97. Стыки оптических систем передачи синхронной цифровой иерархии. Классификация и основные параметры.
- Руководство по строительству линейных сооружений магистральных и внутризоновых оптических линий связи. – М.: 1993г. – 197 с.
- Бирюков Н.Л., Степков В.К. Транспортные сети и системы электросвязи. Системы мультиплексирования: Учебник для студентов вузов по специальности «Телекоммуникации» – К.: 2003. – 352 с.:ил.
- [www.huawei.com](http://www.huawei.com) – официальный сайт Huawei Technologies.
- <http://www.prise.ru> - Цены на телекоммуникационное оборудование.
- Безопасность жизнедеятельности : учеб. / Л. А. Михайлов [и др.] ; под ред. Л. А. Михайлова. - 2-е изд., стер. - М. : ИЦ "Академия", 2009. - 272 с.
- Безопасность жизнедеятельности : учеб. / С. В. Белов [и др.] ; под общ. ред. С. В. Белова. - 8-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2008. – 616 с.
- Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учеб. / отв. ред. А. А. Бирюков, В. К. Кузнецов. - Москва : Проспект, 2014. - 400 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392112791.html> - ЭБС "Электронная библиотека технического ВУЗа".
- Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учеб. / Н. Г. Занько, К. Р. Малаян, О. Н. Русак. - 13-е изд., испр. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

## Заключение

В данной работе проведен анализ технологий построения оптически сетей и на основании данного материала, описан проектируемый объект, предоставлена схема проектирования оптоволоконна, выбрано соответствующее объекту оборудование, произведен расчет оптического бюджета, пропускной способности, выбрано оборудования для питания, разработана схема подключения поселка, составлен график работы, смета, описаны все экономическая выгода проекта, рассчитаны затраты и предполагаемая прибыль