

Задачи развития сельской телекоммуникационной сети

И. Р. Берганов (ГУП «UNICON.UZ») А. Д. Нормуродов (ТУИТ)

В статье рассматриваются задачи создания оптимальной сельской телекоммуникационной сети с использованием современных технологий и обеспечение стабильности её проектной надёжности в период эксплуатации.

В Постановлении Президента Республики Узбекистан "О мерах по ускорению развития телекоммуникационной инфраструктуры в населённых пунктах Республики Узбекистан" от 23 мая 2019 года отмечено, что "в стране реализуются комплексные организационно-технические меры по модернизации и расширению телекоммуникационной инфраструктуры, что позволяет улучшить качество обслуживания и увеличить виды телекоммуникационных услуг, в том числе охват сетями мобильной связи.

Вместе с тем, всё ещё недостаточными являются темпы развития телекоммуникационной инфраструктуры в отдалённых и сельских населённых пунктах.

В целях устранения негативных факторов, влияющих на ускоренное развитие сетей телекоммуникаций, обеспечения доступности электронных государственных услуг, а также создания необходимой инфраструктуры для развития цифровой экономики в регионах проводится ряд кардинальных мер.

В этой связи актуальными являются работы, посвящённые развитию телекоммуникационной инфраструктуры в сельских населённых пунктах Узбекистана. Учитывая это, в данной статье рассматриваются задачи построения сельской телекоммуникационной сети (ТКС), которая удовлетворяла бы все потребности населения, бизнеса и государственных органов в телекоммуникационных услугах и была бы базисной для реализации задач цифровой экономики. Разумеется, что основным требованием к такой

сети является её экономичность при условии удовлетворения необходимой пропускной способности, надёжности, качества передачи информации и, если потребуется для отдельных объектов, информационной безопасности.

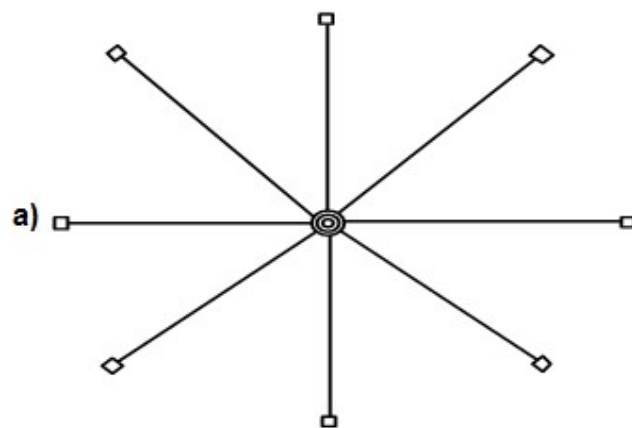
Заметим, что существующая в настоящее время сельская ТКС строилась в основном для передачи телефонных сигналов. В последние годы постепенно стали создавать в отдельных направлениях широкополосные каналы передачи, используя технологий XDSL и PON (пассивная оптическая сеть).

Однако, для решения приведённых в Постановлении Президента Республики задач потребуется модернизация и развитие сельских ТКС. Одним из вариантов решения задач является проведение следующих работ.

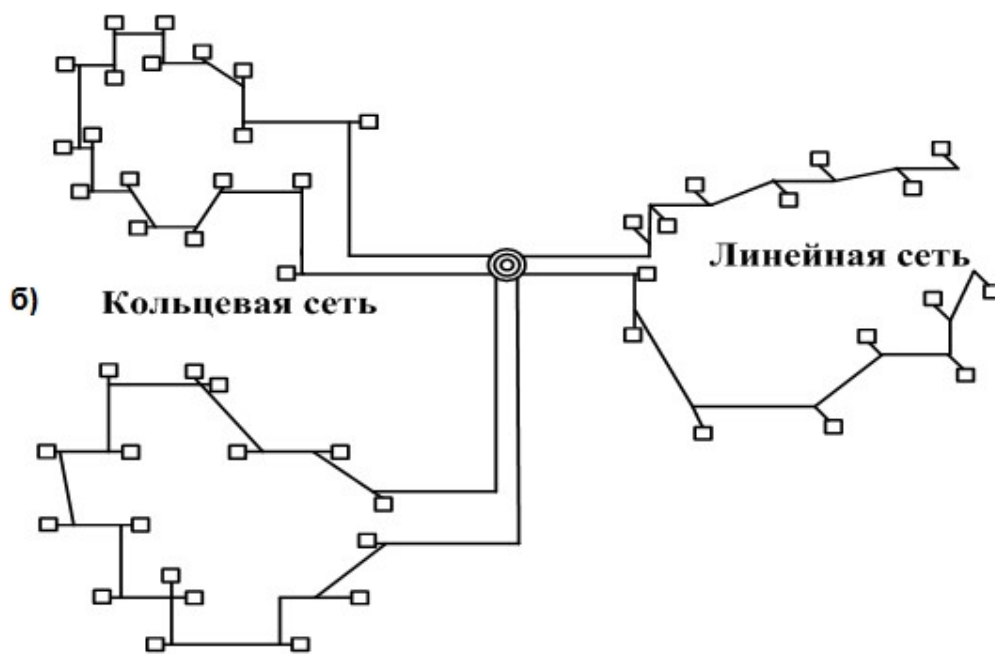
1. Определение потребности в телекоммуникационных услугах определение в каждом сельском населённом пункте потребность в различных телекоммуникационных услугах в настоящее время и на ближайшую перспективу, например, на 10 лет. Эти данные потребуются для выбора технологии и средств передачи информации. В статье [1] приводятся результаты анализа существующих Ethernet и PON. Для использования в малозаселённых пунктах предпочтение отдаётся оптоволоконной сети.

2. Определение схемы расположения домов в каждом населённом пункте.

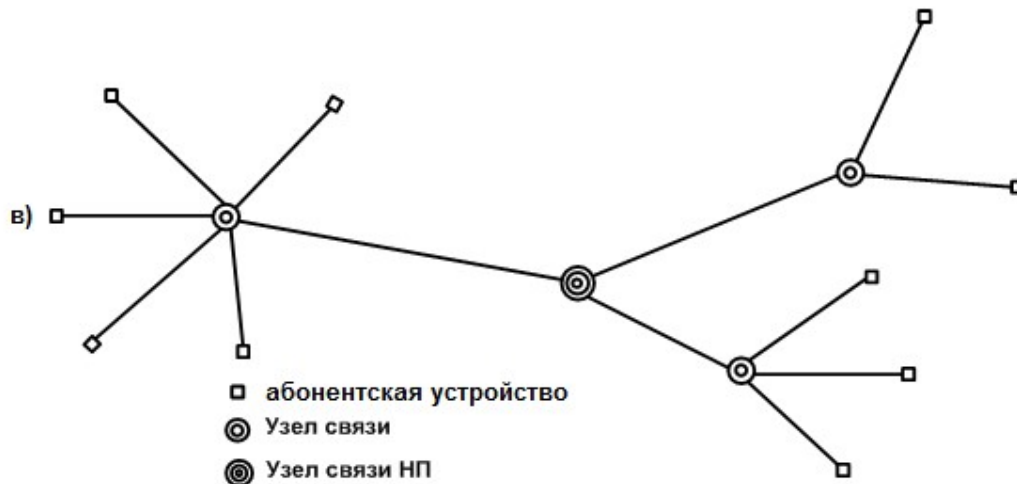
Абонентские устройства в домах могут быть как источниками, так и приёмниками информации. Абонентские линии, отвечающие определённым требованиям качества, характеризуются тем, что постоянно закреплены за своими источниками (приёмниками) информации. Поэтому они могут использоваться только для установления соединения с соответствующими источниками (приёмниками) информации. Зная это и схемы расположения домов в населённых пунктах "можно составить оптимальную для каждого населённого пункта схему ТКС. На рисунках 1-4 приведены некоторые типичные схемы абонентских сетей [2].



Радиальная сеть абонентских линий.



Кольцевая и линейная сети абонентских линий.



Многоступенчатая узловая сеть абонентских линий.

Обычно оптимизация проводится с целью обеспечения минимума стоимости сети при условии постоянства заданного значения её надёжности. Более подробно методы проектирования оптимальных местных сетей (сетей доступа) изложены в [2].

3. Определение необходимых линий передачи.

Учитывая то обстоятельство, что в посёлках одним абонентам требуется только телефонная связь, а остальные пожелают иметь доступ и к другим услугам (интернет, телевидение, передачи данных и т.п.), то в телекоммуникационной сети будут применяться кабели с медными жилами и волоконно-оптические кабели. В труднодоступных местностях обычно используются радиорелейные линии.

Так как кабели подвешиваются на опорах (столбах телефонных линий и/или линий электропередачи) и постоянно подвергаются не только механическими и климатическим воздействиям, но и воздействию некоторых агрессивных сред, которые могут оказывать существенное влияние на элементы оптического кабеля, поэтому выбору его уделяется особое внимание.

Для организации радиорелейной связи в сельской местности применяются малоканальные цифровые радиорелейные станции (РРС) диапазонов 150 и 400

МГц или среднескоростные цифровые РРС диапазонов от 7 до 40 ГГц [3]. Диапазон выбирается в зависимости от требуемой дальности связи и пропускной способности, а также электромагнитной обстановки в районе (таблица 1).

Таблица 1.

Максимальная дальность связи на одном интервале в зависимости от диапазона работы РРС (при условии прямой видимости)							
Диапазон, ГГц	0,15;04	7;8	11;13	15:18	23	25-28	36-40
Дальность, км	70	50	95	25	15	8	6

Основными требованиями к РРС являются: высокий энергетический потенциал радиолинии, позволяющий работать на полузакрытых трассах и трассах с пассивными ретрансляторами; низкая потребляемая мощность; наличие программно-управляемых синтезаторов частот; большое допустимое расстояние между выносным и внутренним оборудованием; широкий диапазон рабочих температур; высокая надёжность работы оборудования малые масса и габариты; простота монтажа и обслуживания, а также низкая стоимость оборудования.

4. Обеспечение проектной надёжности сети в процессе эксплуатации.

Как известно [4] для всех типов электросвязи в качестве показателя надёжности используется коэффициент готовности, нормы которого приведены в таблице 2. Этот комплексный показатель является основным для восстанавливаемых систем (изделий) непрерывного действия. Он означает,

Таблица 2.

Нормы для коэффициента готовности

Тип сети электросвязи	Нормы, не менее
Сеть международной и междугородной телефонной связи	0,999
Сеть зонавой телефонной связи	0,9995
Сеть местной телефонной связи	0,9999

вероятного того, что система (изделие) будет работоспособно в любой произвольный момент времени.

По данным таблица 2 видно, что надёжность сельской сети доступна должна быть весьма высокой. поэтому разработчики и изготовители элементов сети связи, проектировщики и строители сети должны обеспечить указанную норму (как проектную). В период эксплуатации сельской ТКС эту норму надёжности должен обеспечить обслуживающий персонал. Это требование обусловлено тем, что линии передачи сельской ТКС постоянно подвергаются, как было отмечено, внешним воздействиям.

Снижению надёжности ТКС способствует и пропадание подачи электроэнергии в случайные моменты времени по разным причинам. Отсутствие электроэнергии может длиться до нескольких часов.

С точки зрения обеспечения надёжности, рассмотрим модель фрагмента сельской ТКС, построенной по технологии PON (рис. 1)

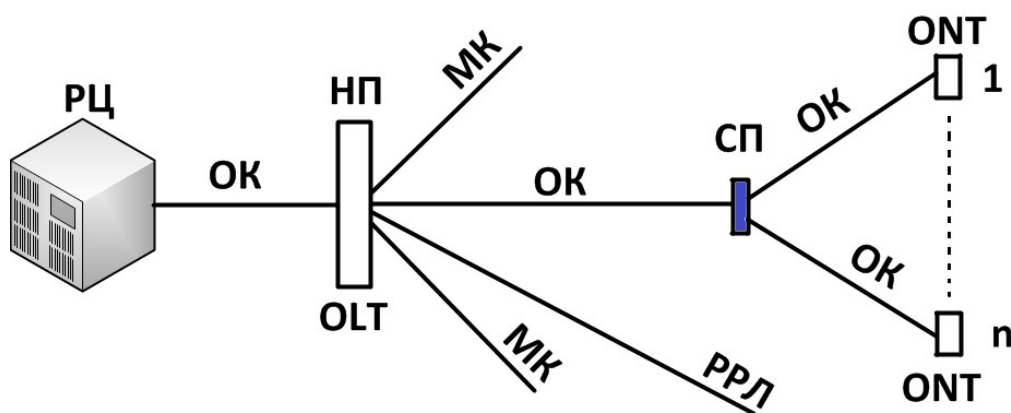


Рис 1. Модель фрагмента сельской ТКС

На этом рисунке: РЦ - районный центр, НП - населённый пункт, ОК - оптический кабель, OLT - Optical Line Termination, МК - медный кабель, СП - сплиттер, ONT Optical Network Termination, РРЛ - радиорелейная линия, n - число линий.

Из этого фрагмента сети видно, что особое внимание необходимо уделять надёжности связи на участке РЦ -НП, так как в случае возникновения неисправности на этом участке, будут лишены связи все абоненты посёлка. Не менее важно обеспечение надёжности связи и на участке НП - СП, так как в случае неисправности кабеля на этом участке, без связи останется большая

группа абонентов. Поэтому на указанных участках желательно предусмотреть резервные линии связи.

На радиорелейных линиях предусмотренные свои средства контроля надёжности связи.

Контроль за исправностью линий МК и СП - ОНТ должен осуществлять технический персонал (монтёры).

5. Бесперебойное снабжение электроэнергией абонентских устройств

Не секрет, что по ряду причин в сельской местности в случайные моменты времени происходит прекращение подачи электроэнергии. Поэтому обеспечение резервным источником электроэнергии узлов связи населённых пунктов и абонентских устройств является важной задачей.

Для построения будущих ТКС широкое применение могут найти сети: PON, использующие технологию мультиплексирования с временным разделением каналов (рис. 4). Оптический линейный терминал ОЛТ и n оптических сетевых устройств ОНТ связаны между собой с помощью оптических волокон (находящихся в кабеле ОК), обеспечивающих двухстороннюю передачу информации в виде оптических сигналов. Оптический сплиттер служит для деления оптических сигналов разных оптических волокон.

Оптические волокна и сплиттер являются пассивными, т.е. не употребляют электроэнергию.

Терминал ОЛТ имеет передатчик, приёмник и общий модуль. Они постоянно функционируют. Бесперебойность их работы обеспечения наличием резервных источников электроэнергии.

Устройство ОНТ тоже состоит из приёмника, передатчика и общего модуля. Они также постоянно включены и в любое время должны выполнять свои функции. К сожалению у абонентов нет резервного источника электроэнергии. В случае аварии в электросети - ОНТ не работает. Вот и возникает задача - как решить эту проблему с учётом минимальных финансовых затрат. Оценку электропотребления PON можно осуществить пользуясь методикой, приведённой в статье [5].

6. Оптимизация операций технического обслуживания сельской ТКС

как было отмечено, что одним из основных количественных показателей надёжности элементов систем передачи информации или самой системы является коэффициент готовности, который определяется по формуле:

$$K_g = \frac{T_p}{T_p + \tau_v}$$

где: T_p - среднее время наработки на отказ,

τ_v - среднее время восстановления работоспособности.

Из этой формулы видно, что надёжность системы зависит от значения τ_v , чем меньше величина τ_v , тем выше надёжность системы.

Требуемая надёжность PON обеспечивается при разработке её элементов (оптического кабеля, передатчиков, приёмников, сплиттеров), а также при проектировании, строительстве, монтаже и другие работы.

В период эксплуатации требуемая надёжность PON (и всей сельской ТКС) обеспечивается их техническим обслуживанием (ТО). Основная задача ТО свести к минимуму (лучше К к 0) величину τ_v .

Основным содержанием ТО является:

комплекс профилактических работ, направленных на предотвращение отказов:

работы, связанные с контролем технического состояния линии передачи и оборудования, целью которых является проверка соответствия параметров, характеризующих работоспособное состояние ТКС требованиям нормативно-технической документации;

Контроль за снабжением запасными элементами ЗИП для PON;

Сбор и обработка результатов эксплуатации, анализ статистики отказов и причин их возникновения.

Важнейшими характеристиками профилактического обслуживания являются [6,7] периодичность профилактики τ_n т.е. время между двумя очередными профилактическими обслуживаниями, и продолжительность профилактики τ_n . Задача заключается в том, чтобы найти такие оптимальные

значения $\tau_{n.опт}$ и $\tau_{пр.опт}$, при которых коэффициент готовности PON будет не ниже заданного уровня.

Следующая задача - оптимизация комплекта запасных элементов. Под оптимальным комплектом ЗИПа понимают такой комплект, который создаёт заданный уровень коэффициента обеспеченности запасными элементами при минимальной его стоимости комплекта ЗИПа создаёт максимальный коэффициент обеспеченности PON ЗИПом.

Экономически важной задачей является определение оптимального количества измерительно-контрольных приборов для районной ТКС и ТКС населённых пунктов.

Наконец, весьма серьёзная задача - подготовка специалистов соответствующего уровня для обслуживания перспективных оптических телекоммуникационных сетей в сельской местности.

Использованная литература

1. Славгородский Е. Технологии "последней мили": Ethernet или/и PON // CONNECT!- 2012 - № 12 - с. 52 - 56.
2. Бесслер Р. Дойч А. Проектирование сетей связи: Пер. с нем. - М.: Радио и связь, 1988г. - 272с.
3. Сиваков И. Радиорелейная связь для местных сетей // CONNECT ! - 2007. - № 1. - с. 104 - 107.
4. Нетес В.А. Надёжность сетей электросвязи в нормативных документах// Вестник связи. - 2012. - № 9.-с. 36-39.
5. Росляков А.В. Оценка энергопотребления будущих сетей // Электросвязь. - 2016. - № 8. - с.43-50
6. Барзилович Е.Ю. Модели технического обслуживания сложных систем. - М.: - Изд-во "Высшая школа. - 1982. - с. 231.
7. Берганов И.Р. Автоматизация технического обслуживания первичной сети связи. - Ташкент: Изд-во "Фан" АН Рuz. - 1996. - С.174.