

## Система линейной телемеханики нефтепровода «Малгобек-Тихорецк»

### Исходные условия для проектирования системы.

Нефтепровод "Малгобек-Тихорецк" протяженностью 469 км содержит 36 линейных пунктов контроля и управления (линейных КП), 6 нефтеперекачивающих станций и региональный диспетчерский пункт (РДП) в г. Тихорецке. В течение нескольких лет управление оборудованием, а в частности - задвижками, осуществлялось только по месту выезжавшими туда бригадами. Линейные КП не были связаны каким-либо каналом связи с диспетчерским пунктом. Особую трудность для автоматизации составляло расположение нескольких КП начальных километров нефтепровода в горных районах, т.к. из-за особенностей рельефа прокладка к ним линий связи была проблематична.

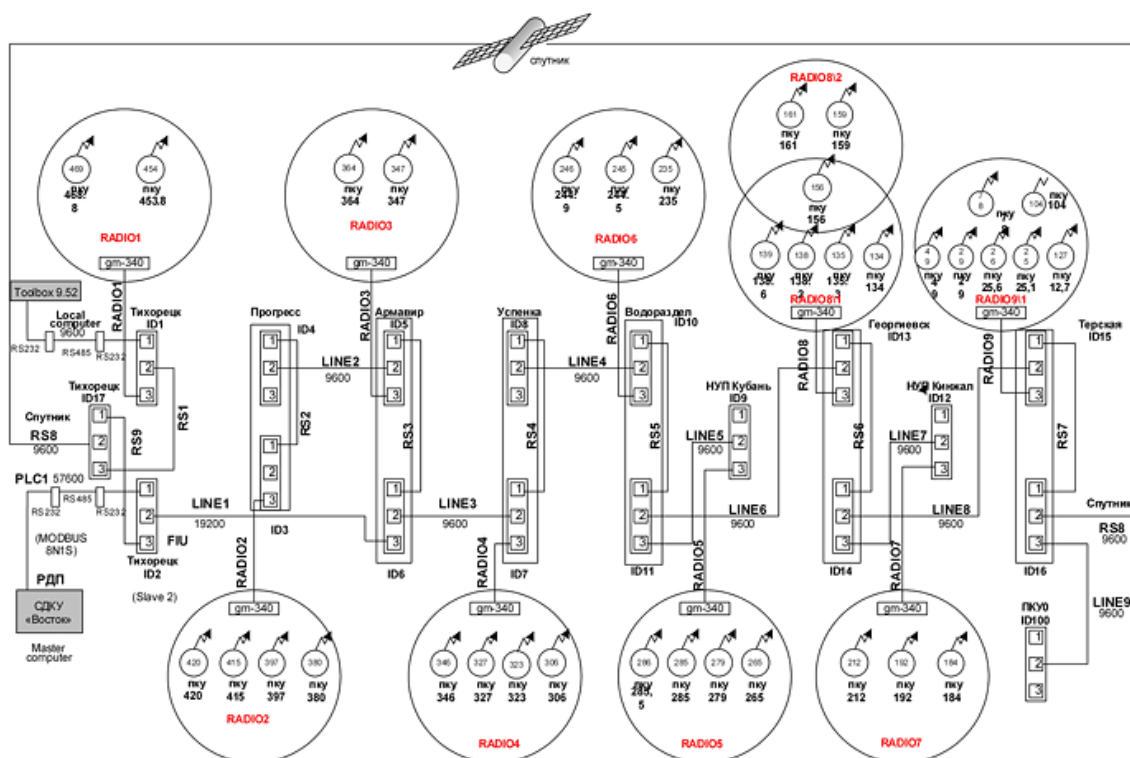
С другой стороны, в структуре нефтепровода вдоль телемеханизируемого направления уже находились несколько узлов связи (УС), которые были связаны между собой проводными каналами тональной частоты (ТЧ). В том числе, в наличии имелись и незадействованные каналы.

Третьей особенностью для проектирования являлось использование в качестве верхнего уровня системы диспетчерского контроля и управления (СДКУ) сервера "Восток" со своими особенностями обработки информации и пользовательского интерфейса.

От разработчиков телемеханики (ТМ) требовалось разработать структуру, которая позволила бы максимально просто интегрироваться в существующую систему и максимально использовать имеющиеся в наличии ресурсы.

### Структура системы линейной телемеханики

Для построения системы телемеханики было использовано семейство контроллеров MOSCAD (Motorola), обладающее высокой надежностью и устойчивостью в работе при нестабильных каналах связи. Исходя из указанных выше требований, была спроектирована структура, показанная на рисунке:



Связь с большинством КП организована по радиоканалу в полудуплексном режиме с использованием радиостанции GM340 (Motorola). Исключение составляет КП 0км, связь с которым организована по каналу ТЧ. На каждом узле связи НПС (Тихорецк, Прогресс, Армавир, Успенка, Водораздел, Георгиевск, Терская) установлены базовые радиостанции, которые работают с близлежащими КП. Каждая базовая станция отвечает за свою группу КП. Кроме того, в системе присутствуют два необслуживаемых усилительных пункта (НУП), на которых также установлены базовые станции. Из-за особенностей рельефа КП 159, 161 км оказались невидимыми для базовых станций. Для связи с ними пакеты от базовых станций и обратно ретранслируются контроллером КП 156км.

Для связи между удаленными контроллерами телемеханики MOSCAD на КП и верхним уровнем СДКУ служит установленный в г. Тихорецке интерфейсный коммуникационный концентратор – FIU (Field Interface Unit), в роли которого также использован контроллер из семейства MOSCAD. Сервер "Восток" непосредственно работает только с FIU. Сам же контроллер FIU связан со всеми базовыми станциями по каналам ТЧ, причем используется цепочечная передача информации - транзитом через контроллеры MOSCAD базовых станций. Для организации связи между базовыми станциями использованы существовавшие резервные каналы ТЧ. Кроме того, между базовыми станциями "Тихорецк" и "Терская" организован и спутниковый канал связи. Это дает два независимых пути для доставки информации.

Обмен информацией между всеми контроллерами MOSCAD осуществляется по протоколу MDLC (Motorola). Это позволяет не только эффективно передавать информацию, но и удаленно из РДП подключаться к каждому контроллеру для диагностики, обслуживания, перезагрузки, изменения уставок и т.п., не влияя на работу всей системы.

### **Особенности обработки информации и обмена данными в системе.**

Информация с контроллеров нижнего уровня отправляется на верхний уровень периодически (по изменению входных данных) и по запросу диспетчера. Периодически происходит контрольная отправка базы данных по срабатыванию таймера.

Контроллер КП посылают на верхний уровень пакет ТС, пакет ТИ и пакет квитанции команд. При изменении какого-либо ТС или ТИ происходит высылка всего соответствующего пакета. При этом есть возможность запретить передачу как всего пакета, так и спорадическую отставку пакета по изменению какого-либо данного. Кроме того, предусмотрена возможность и полного выключения КП из обмена данными.

В системе присутствует возможность дистанционного изменения способа обработки дискретных входных сигналов (устранение дребезга, инверсии отдельных ТС, временные выдержки и т.п.). Причем эти изменения вносятся во время работы КП и отсутствует необходимость перезагрузки контроллера. Также предусмотрена возможность дистанционного изменения зон нечувствительности ТИ, которые определяют необходимость высылки пакетов ТИ. Причем эти изменения также вносятся во время работы КП.

Еще одной особенностью системы является возможность программной имитации входных дискретных и аналоговых сигналов контроллеров КП. После установки имитационного сигнала программа контроллера КП работает так, как если бы на входах блоков ввода-вывода были такие же реальные сигналы. Это бывает удобно при наладке и обслуживании системы, т.к. зачастую отпадает необходимость установок переключателей и задатчиков тока. Кроме того, реализована и функция выдачи заданных для отладки или обслуживания сигналов ТУ и ТР, независимо от того, какие значения выдает на эти выходы управляющая программа во время работы.

### **Доставка пакетов между FIU и контроллерами ПКУ.**

При вводе нефтепровода в эксплуатацию вначале была реализована доставка пакетов кратчайшим путем. Если происходил отказ канала связи, то пакеты автоматически возвращались обратно и доставлялись по другому пути (это выполнялось автоматически сетевой операционной системой контроллеров). При таком способе при исправных каналах связи трафик информации был минимальным. Кроме того, программисту не требовалось писать дополнительный код по доставке пакетов (достаточным было использование стандартных процедур отправки данных). Однако при частых сбоях каналов (что наблюдалось и наблюдается по сей день) перенаправление пакетов постоянно приводило к недопустимым задержкам информации, поскольку решение об изменении маршрута ОС принимает лишь после нескольких неудачных попыток передачи пакета. Для устранения этого недостатка было реализовано следующее:

Пакеты информации (как от FIU до ПКУ, так и от ПКУ до FIU) отправляются сразу по двум путям (через спутник и только "по земле"). Все пакеты нумеруются и при поступлении нового пакета проверяется его номер. Если номер нового пакета меньше или тот же, что у уже поступившего, то такой пакет отбрасывается и в дальнейшем не используется.

Непосредственно (на уровне прикладных программ) пакеты с данными о ТС и ТИ от КП направляются на базовую станцию, а прикладная программа базовой станции "клонировать" поступивший пакет и отправляет одну копию пакета, как уже сказано выше, через спутник, а другую копию - строго по "земным" каналам. Отправить два одинаковых пакета сразу на FIU программно проще (не надо писать код для базовой станции), но при этом двукратно возрастет нагрузка на низкоскоростные радиоканалы, что нежелательно, особенно для зон RADIO8 и RADIO9 (большое количество КП и радиопомехи). Есть и другая причина, по которой необходимо писать прикладные программы для ретрансляции пакетов базовыми станциями (о ней будет сказано ниже).

Сетевые конфигурации, загруженные в контроллеры базовых станций, составлены так, что FIU не является узлом, и отправка данных к FIU через канал Line1 и через канал RS9 является как бы отправкой на два разных устройства. При этом в сетевых конфигурациях базовых станций отключена опция автоматического возврата (перенаправления) пакетов. Это позволяет отправить, как уже указывалось, пакеты сразу по двум путям, но приводит к увеличению трафика между базовыми станциями в два раза (но в данном случае это не так страшно).

Отправка пакетов команд от FIU на ПКУ также осуществляется по двум направлениям. Однако сетевая конфигурация базовых станций не позволяет так же просто отправлять пакеты по двум направлениям одновременно. Для преодоления этого препятствия сетевая конфигурация FIU составлена так, что базовая станция "Водораздел" (ID11) не является узлом и доставка информации к ней через связи RS5 и Line6 как бы является доставкой информации к двум разным контроллерам. А пакеты команд, идущие с FIU, не только нумеруются, но и содержат адрес ПКУ, к которому в конечном итоге они направляются. При этом работа происходит следующим образом.

Для доставки информации от FIU к ПКУ "по земле" пакеты для ПКУ зон RADIO1,2,3,4,6 непосредственно посылаются на соответствующие базовые станции, которые затем их ретранслируют на нужные контроллеры. Пакеты для ПКУ зон RADIO5,7,8,9 по земле непосредственно посылаются на базовую станцию "Водораздел" (ID11), а далее прикладная программа этой базовой станции ретранслирует по земле пакеты на соответствующие базовые станции. Аналогично происходит доставка тех же самых пакетом до ПКУ через спутниковый канал. Пакеты для ПКУ зон RADIO5,7,8,9 посылаются через спутник непосредственно на соответствующие базовые станции, а для остальных ПКУ пакеты отправляются через спутник на базовую станцию "Водораздел" (ID11), а далее прикладная программа этой базовой станции ретранслирует по земле пакеты на соответствующие базовые станции.

### **Информация, собираемая с КП.**

В результате проделанной работы удалось добиться надежного функционирования СДКУ нефтепровода в условиях периодических кратковременных отказов наземных каналов ТЧ. При этом на нефтепроводе контролируется около 4500 ТС, более 280 параметров ТИ, выдается около 270 групп команд ТУ для различных устройств. Все это позволяет успешно контролировать линейные задвижки, систему энергоснабжения, систему охраны ПКУ, давления и потенциалы СКЗ нефтепровода и прочие параметры объектов инфраструктуры.

Заключение.

Система прошла период тестирования и успешно введена в промышленную эксплуатацию.