

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗРАБОТКАХ АО «НТЦ ВСП «СУПЕРТЕЛ ДАЛС»

Лукин И. А.¹, Мельников С. В.²

DOI: 10.21681/3034-4050-2025-3-2-5



АО «НТЦ ВСП «Супертел ДАЛС» было создано в начале 90-х годов прошлого века. В то время начался массовый переход на сетях связи от аналоговых к цифровым технологиям. АО «НТЦ ВСП «Супертел ДАЛС» выбрало своим основным направлением деятельности разработку и производство отечественного цифрового каналообразующего оборудования для первичных (транспортных) сетей связи. Основами для создания такого оборудования были принципы аналого-цифрового преобразования сигналов, согласно теореме Котельникова, и замена частотного разделения каналов (ЧРК) на временное разделение каналов (ВРК). Соответственно канал тональной частоты (ТЧ), бывший основным для аналоговых систем передачи с ЧРК, заменялся на основной цифровой канал (ОЦК) со скоростью передачи 64 кбит/с.

Первые разработки цифровых мультиплексоров велись на основе плезеохронной цифровой иерархии (PDH). Для АО «НТЦ ВСП «Супертел ДАЛС» таким оборудованием стал, сегодня уже классический, первичный мультиплексор МП.

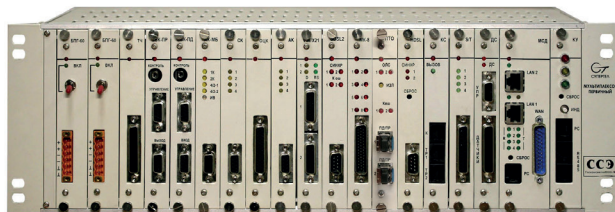


Рис. 1. Первичный мультиплексор МП-D

Операторы различных сетей связи быстро оценили достоинство такого оборудования. Кроме

существенного уменьшения массогабаритных характеристик по сравнению с оборудованием ЧРК, преимуществами первичных мультиплексоров стали простота в настройке, возможность коммутировать цифровые каналы на различные направления непосредственно в самом мультиплексоре, возможность создания на основе ОЦК различных абонентских интерфейсов для передачи как аналоговых сигналов (ТЧ, АК, СК, АКМБ, ЗВ) так и цифровых (RS, Ethernet, С1-И, ТГ). Все абонентские сигналы объединяются в один групповой сигнал со скоростью 2,048 Мбит/с (Е1).

Однако передача сигнала Е1 по проводным линиям связи на основе симметричных либо коаксиальных кабелей было затруднена из-за высокого затухания такой частоты в медных проводниках. Следовало либо создать специальный линейный интерфейс для передачи по медным проводникам, либо преобразовать сигнал Е1 в оптический вид для передачи по оптическим кабелям. Обе задачи были успешно решены. Первая на основе технологии xDSL, вторая – путем разработки оптических линейных интерфейсов в самом мультиплексоре и отдельных линейных терминалов для передачи нескольких потоков Е1 по оптическому кабелю – ОЛТ.



Рис. 2. Терминал SDSL



Рис. 3/ Оптический линейный терминал – ОЛТ 2x16 Ethernet

Со временем появилась необходимость как увеличения числа коммутируемых цифровых каналов,

¹ Лукин И. А., кандидат технических наук, старший научный сотрудник, генеральный директор АО «НТЦ ВСП «Супертел ДАЛС», Москва. E-mail: lukin_ia@supertel.ru
² Мельников С. В., кандидат технических наук, доцент, директор по спецпроектам АО «НТЦ ВСП «Супертел ДАЛС», Москва. E-mail: melnikov_sv@supertel.ru

так и повышения скорости группового сигнала. Для этих целей было разработано такое оборудование как коммутатор цифровых сигналов – КЦС и комбинированный мультиплексор для систем связи – МКСС.



Рис. 4. Коммутатор цифровых сигналов – КЦС/D



Рис. 5. Мультиплексор комбинированный для систем связи – МКСС/D

Дальнейший рост скорости передачи многоканального сигнала потребовал перехода от технологии PDH к технологии синхронной цифровой иерархии (SDH). Первым таким оборудованием в линейки разработки АО «НТЦ ВСП «Супертел ДАЛС» стал мультиплексор CM-1/4 со скоростями группового сигнала 155 и 620 Мбит/с. Однако такое оборудование в качестве сигналов для мультиплексирования использовало сигналы E1, сформированные другим оборудованием по технологии PDH (МП, КЦС). Объединить две телекоммуникационные технологии PDH и SDH удалось в разработанном нами синхронном мультиплексоре доступа – СМД.

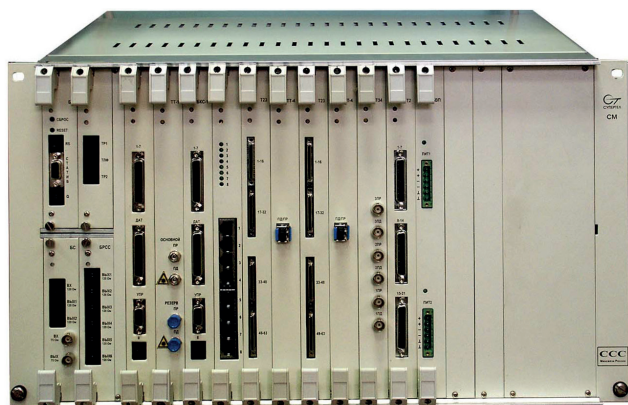


Рис. 6. Синхронный мультиплексор – CM-1/4



Рис. 7. Синхронный мультиплексор доступа – СМД

Последовательное увеличение скорости группового сигнала по технологии SDH привело к созданию мультиплексоров со скоростью 2,5 Гбит/с – ОСМ-К и 10 Гбит/с – ОСМ-КМ. Однако нашим Заказчикам требовалось дальнейшее увеличение групповой скорости. Это стало возможным с использованием технологии OTN/OTN по которой нами было разработано оборудование ОПТИПАК со скоростью передачи 100 Гбит/с. Для более эффективного использования широкополосности оптического кабеля в данное оборудование был включен блок спектрального уплотнения оптических каналов в соответствии с технологией оптического мультиплексирования DWDM на 80 спектральных каналов. Таким образом удалось добиться общей пропускной способности по одной паре волокон 8 Тбит/с.



Рис. 8. Оборудование синхронного мультиплексирования комбинированное – ОСМ-К



Рис. 8. Оборудование синхронного мультиплексирования комбинированное – ОСМ-К

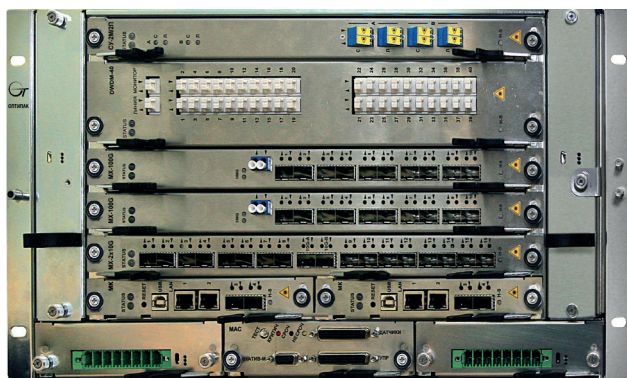


Рис. 10. Оборудование оптического транспорта и коммутации пакетов – ОПТИПАК

Все оборудование, о котором шла речь, было разработано для стационарных сетей

связи, т.е., в соответствии с ГОСТ РВ 0020 – 39.304, по группе 1.1. Когда возникла необходимость применения нашего оборудования в мобильных аппаратных связи, нами были сделаны дополнительные конструктивные доработки оборудования МП, МКСС и СМ1/4 до группы 1.3. А для возможности передачи сигналов по полевым оптическим кабелям нами была предложена технология соединения строительных длин полевого оптического кабеля на основе оптических контактов оптических волокон в разъеме вместо физических контактов, подверженных загрязнению в условиях эксплуатации полевых линий связи. Данные полевые разъемы были не только разработаны нашим предприятием, но и освоено их серийное производство.



Рис. 11. Полевой оптический кабель – ПОК-АС и вспомогательные изделия

Другие специфические задачи пришлось решать нашему предприятию при разработке аппаратно-кабельного комплекса для подводных линий связи. Помимо доработки нашего оборудования до группы исполнения 2.1, требовалось выбрать соответствующие типы подводных оптических кабелей и создать подводные оптические муфты для сращивания строительных длин подводного оптического кабеля. Эти задачи были решены в кооперации с предприятиями «ОКС 01» (г. Санкт-Петербург) и «Оптическая связь» (г. Дубна, Московская область).

Отдельно стояла задача создания подводных оптических усилителей, выполненных по группе 2.3.5, и их дистанционного питания. Сами оптические усилители по технологии EDFA

в рамках импортозамещения были разработаны и освоены в производстве нашим предприятием, а вопросы дистанционного питания были решены в сотрудничестве с предприятиями «ОКС 01» (г. Санкт-Петербург) и АО «ДНИИ «Волна» (г. Дербент).

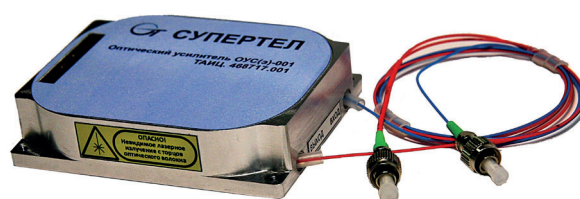


Рис. 12. Оптический усилитель EDFA – ОУС(э)-001



Рис. 13. Подводный оптический усилитель – ПОУ

Созданный аппаратно-программный комплекс был успешно использован при прокладке подводной оптической линии связи между городами Мурманск и Архангельск с потенциальной суммарной пропускной способностью 9,6 Тбит/с. Строительство было выполнено ООО «Энсис Технологии» (г. Москва).

Необходимо отметить, что созданное при разработке аппаратно-кабельного комплекса

оборудование каналообразования получилось поистине унифицированным и нашло применение не только на подводных линиях связи, но и на стационарных сетях связи различных Заказчиков. Сегодня оно успешно используется для построения сети связи Минобороны России и Генсхемы РТК.

Переход от построения линий связи к развертыванию масштабных сетей связи потребовал существенной переработки программного обеспечения для технологического управления оборудованием. Такая работа ведется нами последовательно, осуществляя переход от локальных терминалов к многоуровневой иерархической системе сетевого управления. Вместе с сетевой системой управления нашим предприятием разработан и в настоящее время модифицируется программный комплекс «Супертел-Сетевик», позволяющий проводить работы по созданию узловой основы, топологической, потоковой и физической структур сети связи, а также формировать сеть тактовой сетевой синхронизации с учетом структурной надежности сети связи.

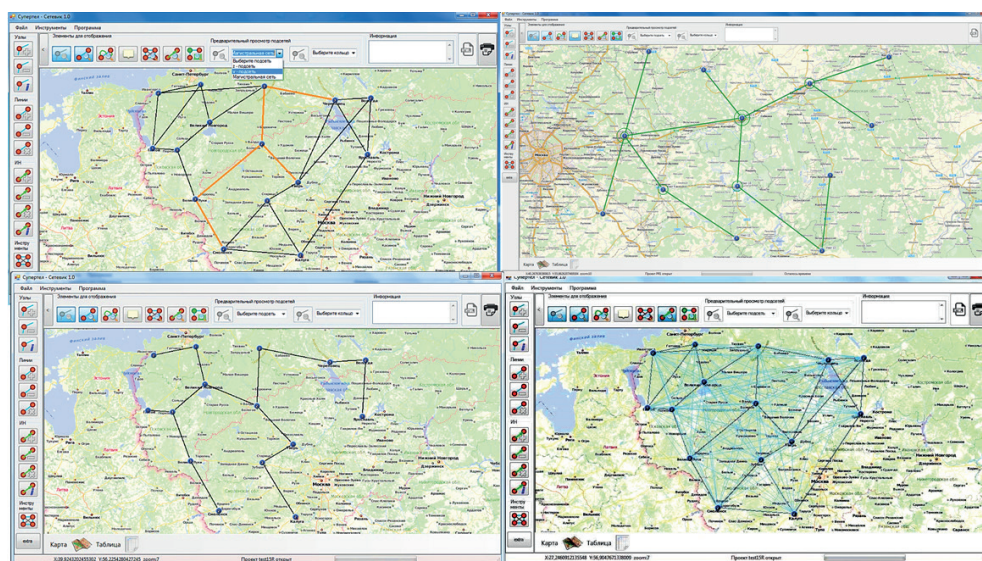


Рис. 14. Программное обеспечение – «Супертел-Сетевик»

Еще одним из перспективных направлений наше предприятие считает участие в работах по развертывании гибридных сетей связи в соответствии с утвержденной Правительством РФ в ноябре 20023 года «Стратегией развития отрасли связи Российской Федерации на период до 2035 года». В рамках данных работ мы нацелены на создание бортовых терминалов оптической связи для обмена информацией между космическими аппаратами со скоростью передачи

100 Гбит/с. При этом нам предстоит освоить еще одну группу конструктивного исполнения оборудования для космической техники 5.3.

Таким образом, одним из основных принципов деятельности АО «НТЦ ВСП «Супертел ДАЛС» является открытость к новым вызовам, новым требованиям Заказчиков и новым технологиям, какими бы сложными и даже порой фантастичными они не выглядели на первый взгляд.