

# ПРОКЛАДКА ПОДВОДНОЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ РОССИЯ - УКРАИНА - БОЛГАРИЯ

*Гарамов Д.Б.*, генеральный директор ЗАО "ВЕСТЕЛКОМ"

*Милицин Ю.А.*, технический директор ЗАО "ВЕСТЕЛКОМ", кандидат технических наук

*Малов О.В.*, начальник Службы проектирования подводных кабелей ОАО "Гипросвязь", Мастер связи

*1 сентября 2001 года была введена в эксплуатацию подводная волоконно-оптическая линия связи (ПВОЛС), связавшая три страны: Россию, Украину и Болгарию. Проект строительства этой линии, получившей международное название BSFOCS (Black Sea Fiber Optic Cable System), был задуман еще в 1993 году, однако привлечь достаточный объем инвестиций его участники смогли лишь шесть лет спустя.*

*20 января 1999 года были подписаны контракт на строительство линии и соглашение между участниками проекта. В состав консорциума вошли национальные операторы связи Греции, Кипра, Болгарии, Украины, Армении и других стран. С российской стороны участие в проекте приняла компания ВЕСТЕЛКОМ, построившая к тому времени две подводные линии в Черном море: ПВОЛС Новороссийск - Сочи и Грузия - Россия.*

Многолетняя заинтересованность в данном проекте во многом объясняется стратегически выгодной топологией линии. Действительно, участие Греции в проекте BSFOCS обеспечивает сопряжение системы с существующими средиземноморскими кабельными системами SEA ME WE 2 и 3, Ariane 2, Aphrodite 2, CADMOS и другими. ВЕСТЕЛКОМ как совладелец линии Грузия - Россия, предоставляет участникам BSFOCS "проход" на Закавказье с выходом на Азию (ТАЕ) и Ближний Восток. Из Варны открывается выход на страны Восточной и Центральной Европы.

Генподрядчиками по строительству стали американская фирма TSSL, поставившая оконечное оборудование линии, и французская компания Alcatel Submarine Networks, изготовившая и проложившая морской и наземный волоконно-оптический кабель, а также поставившая оборудование мультиплексирования.

Общая протяженность 4-х волоконного подводного кабеля составила более 1200 км. В центре западной части Черного моря на глубине около 1400 м была установлена разветвительная муфта, с помощью которой реализована конфигурация в виде "звезды", соединяющей береговые станции в пунктах Джубга (Россия), Каролина - Бугаз (Украина) и Св. Константин (Болгария).

Схема организации связи в системе реализована в виде плоского замкнутого кольца. Сигналы с каждой береговой станции подаются по кольцу одновременно по и против часовой стрелки. В принимающем пункте сигналы сравниваются и выбирается сигнал с более высоким качеством. Данная схема, обеспечивая резервирование с самовосстановлением, в то же время уменьшает эффективную пропускную способность системы.

Для увеличения пропускной способности линии впервые в России была использована оконечная аппаратура спектрального уплотнения с разделением длины волны (WDM). Аппаратура спектрального уплотнения позволяет расширить пропускную способность системы с начальной 2,5 Гбит/с до 20 Гбит/с путем передачи по одному волокну до восьми сигналов STM-16 с различной длиной волны.

Помимо новых технологий уплотнения сигнала в проекте BSFOCS впервые в российской практике были использованы и другие инженерные решения, в частности, метод заглубления кабеля в прибрежной зоне бухты Джубга.

Ранее в эту бухту уже были заведены два подводных волоконно-оптических кабеля: международной линии ИТУР и национальной линии Джубга - Сочи. Их наличие в стесненной акватории бухты в значительной сте-

пени осложнило прокладку нового кабеля, поскольку ни изыскатели, ни строители не имели права отдавать якоря в охранной зоне существующих кабелей.

Поэтому в процессе изысканий в акватории бухты в марте 2000 г. первым делом были четко определены фактические трассы прохождения существующих кабелей и западная граница их охранной зоны. Последующие комплексные изыскания на участке от уреза воды до 25-метровой глубины (изобаты) состояли из следующих исследований:

- Батиметрические промеры глубин с помощью эхолота;
- Акустические исследования с помощью гидролокатора бокового обзора с целью обнаружения предметов (валунов, камней и др.) на морском дне, могущих помешать прокладке и заглублению кабеля;
- Геофизические исследования с помощью сейсмопрофилографа для определения и классификации состава, мощности слоя и границ грунтов, слагающих морское дно по трассе кабеля;
- Инженерно-геологические изыскания - бурение скважин диаметром 127 мм с отбором проб донного грунта и дальнейшим анализом granulометрического состава и классификацией по буримости;
- Водолазное исследование методом обхода по тросу с подводной видеосъемкой и фотографированием характерных подводных препят-



**Рис. 1. Бухта Джубга. Кабельное судно-база «Акватик-6» и водолазный бот. Судовой подъемный кран поднимает «подводный танк» из грузового трюма. На «подводном танке» видна баровая установка и барабан с полиэтиленовой трубой.**

*ствий и определением размеров камней, выстилающих морское дно на подводных отрогах горы Ежик, которая прикрывает бухту с запада.*

Надо отметить, что работы проводились в сложных погодных условиях - простои из-за штормовой погоды составили около 70% рабочего времени.

На основании изысканий специалистами ОАО "Гипросвязь" был выполнен рабочий проект на прокладку и заглубление подводного кабеля на Российском сегменте "BSFOCS". 20 мая 2000 года были начаты подводно-технические работы в бухте Джубга.

Работы по прокладке и заглублению подводного кабеля в прибрежной зоне от берегового колодца до линии 13-метровой изобаты на участке протяженностью 1174 метра выполнялись специалистами ООО "Подводбурстрой", навигационно-гидро-

графическое обеспечение (НГО) осуществлялось специалистами гидрографами ООО "Севзапгидропроект" из Санкт-Петербурга.

Прокладка и заглубление однопроводного подводного волоконно-оптического кабеля типа "SAL", вес которого в воздухе 2,0 т/км, в воде - 1,4 т/км, разрывное усилие 280 кН, диаметр 30 мм и минимальный диаметр изгиба 3,0 м, осуществлялось в два технологических этапа:

**Первый этап** - бурение скважины, в которую должны были быть затянута две полиэтиленовые трубы (ПЭТ) диаметром 63 мм. Впервые в российской практике был использован метод горизонтально-направленного управляемого бурения (ГНБ) с берега в море.

Точка забуривания скважины была намечена вблизи существующего железобетонного берегового колодца на пляже, в который ранее были заведены два существующих подводных кабеля. Ожидаемая точка выхода скважины в море была закоордини-

нирована и обозначена бум. Контроль и корректировка планового положения трассы проводились по промерному тросу, закрепленному на урезе воды и на большом гидрографическом катере "БГК-775", обеспечивающем кабелепрокладочные работы.

Бурение проводилось с помощью управляемой бурильной системы Грундоджет-15 D. Пилотная головка буровой установки вышла из грунта точно там, где было определено - её ожидал водолаз. Фактическое отклонение точки выхода головки от заданной не превысило 1 м.

После пилотного бурения скважина расширялась до диаметра 180 мм, затем в неё затягивались две трубы диаметром 63 мм с барабанов, установленных на палубе "БГК-775". В процессе протаскивания труб за расширителем одна из труб была оборвана вблизи берегового колодца, поэтому по требованию проектировщиков было выполнено дополнительное бурение еще одной скважины и в нее затянута такая же труба. Длина скважин составила 338 м и 327 м соответственно для основного и резервного кабелей.

Свободный конец резервной трубы в море был поднят выше горизонта воды на палубе судна-базы и состыкован герметичной муфтой с такой же полиэтиленовой трубой длиной 445 м, намотанной на барабан, которая затем была проложена в одной траншее с основным кабелем системы "BSFOCS" при помощи "подводного танка".

Измерения показали, что первая скважина прошла на 7,9 м ниже уреза воды, вторая - на 7,5 м

ниже уреза воды. Это, безусловно, гарантирует надежную защиту кабеля от механических повреждений в любых условиях эксплуатации.

Технология выхода скважин ГНБ в воду и дальнейшей работы с ними разработаны ОАО "Гипросвязь" и ООО "Подводбурстрой" и защищены патентом.

**Второй этап** - протаскивание в одну из полиэтиленовых труб подводного кабеля типа SAL со стороны моря в берег, прокладка кабеля на акватории бухты по бумам точек поворота на трассе и последующее заглубление кабеля в грунты морского дна с помощью самоходного подводного кабелеукладчика (СПТУ) - "подводного танка", оснащенного баровой установкой.

Самоходный подводный кабелеукладчик (см. фото) создан на базе серийного гусеничного транспортного тягача; движение его под водой осуществляется от гидродвигателей, привод главных фрикционов и редуктора рабочего органа - баровой установки также производится от гидродвигателей, работающих

от гидравлических наносных станций.

"Подводный танк" может работать на глубинах моря до 50 метров, он разрабатывает в несвязных и плотных грунтах, включая скальные, траншею-прорезь шириной до 25 см и глубиной до 2,2 - 2,5 метров.

Он может прокладывать кабели и полиэтиленовые трубы как с барабана, устанавливаемого непосредственно на шасси, так и предварительно проложенные по дну акватории со слабиной. В этом случае кабель или труба поднимаются со дна специальными роликами-подборщиками.

Технология прокладки и заглубления кабелей с помощью "подводного танка" экологически благоприятна, поскольку практически не наносит ущерба окружающей водной среде за счет резкого (до 30-50 раз) сокращения объемов разрабатываемого подводного грунта.

"Подводный танк" работал с обслуживающим его самоходным судном - кабелепрокладочной базой "Акватик-6" и рейдовым водолазным ботом, с которого под воду ходили водолазы.



**Рис.2. Буксируемый кабельный плуг. Слева виден приемный блок через который проходит подводный кабель.**

На борту судна-базы установлена дизель-электростанция мощностью 200 квт, гидравлическая насосная станция, контейнер управления, высоконапорные насосы и подъемный кран грузоподъемностью 12 т, поднимающий "подводный танк" из грузового трюма и опускающий его на дно.

После затягивания основного кабеля в трубу оставшийся на барабане кабель был уложен на дно по трассе со слабиной порядка 10 %. К концу этого кабеля были прикреплены растительными тросами два якоря во

избежание вытаскивания слабины кабеля в море кабельным судном, которое должно было принимать кабель на борт.

7 июня 2000 года датское кабельное судно "Мэрск Файтер" подошло к приемному красно-белому бую, на который был заведен мягкий трос длиной 200 м. За этот трос прибрежный кабель был выбран на борт судна для измерений и монтажа муфты. После подъема кабеля на борт датского кабельщика он был разделан, измерен, проведен через приемный блок кабельного плуга и подготовлен для монтажа муфты. Монтаж муфты и измерения заняли около суток.

После измерений всего смонтированного блока "Мэрск Файтер" на глубине моря 14 м опущен за борт кабельный плуг с



**Рис.3. Кабельное судно «Мерск Файтер». С кормы видна «П»-образная гидравлическая подъемная ферма для спуска под воду и подъема кабельного плуга.**

пропущенным через его нож кабелем и начал движение в сторону разветвителя в Западной части Черного моря. На глубине 16 м нож кабельного плуга медленно заглубился в морское дно на 0,8 м и, буксируемый кабельным судном, начал движение по морскому дну.

Скорость движения кабельного судна с плугом составила около 1 км/час, тяговые усилия для буксировки плуга в зависимости от плотности грунтов достигали 20-27 тонн. По мере прохождения судна по трассе величина заглупления кабеля в морское дно достигла 1,1-1,2 м, поскольку мористее грунты были менее плотными. В течение первых суток хода судна с плугом было проложено и заглуплено 13,653 км кабеля.

На глубине моря 169 метров вблизи бровки подводного каньона, где придонный слой воды Черного моря насыщен сероводородом, плуг был поднят со дна моря на палубу кабельного судна. С этой точки заглупление кабеля с целью его защиты от механических повреждений проектом не предусматривалось, поскольку ни рыбной ловли, ни постановки судов на якорь в этой зоне не производится. До разветвительной муфты, которая была опущена на глубину 1395 метров, было проложено еще около 550 км кабеля.

14 июня 2000 года работы по прокладке в море Российского сегмента Черноморской Международной подводной волоконно-оптической линии связи BSFOCS были закончены.

**ЗАО «ВЕСТЕЛКОМ»**

**г. Москва, ул. Сущевский вал, д. 26 Тел. (095) 973-21-12**

**E-mail: office@westelcom.ru http://www.westelcom.ru**