

**ОБОРУДОВАНИЕ
ПОДВОДНОЙ
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ
СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ**

Техническое описание

Оглавление

ПОДВОДНЫЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ КАБЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС.....	3
СОСТАВ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	3
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	3
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ КАБЕЛЬ	4
КОНСТРУКЦИЯ КАБЕЛЯ ТИПА SA	4
КОНСТРУКЦИЯ КАБЕЛЯ ТИПА DA.....	6
ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	7
МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	7
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	8
ЗАЩИТА ОТ ВОДЫ И СЕРОВОДОРОДА	9
ПОДВОДНЫЙ РЕПИТЕР (BFP)	10
ПОДВОДНЫЙ ЭКВАЛАЙЗЕР (BFP).....	12
ХАРАКТЕРИСТИКИ	12
КОМПЛЕКС ОБОРУДОВАНИЯ ТЕРМИНАЛЬНЫХ СТАНЦИЙ	13
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	13
<i>Оборудование мультиплексирования (WME).....</i>	<i>13</i>
<i>Оборудование линейного тракта (LTE).....</i>	<i>13</i>
<i>Оборудование электропитания (PFE)</i>	<i>14</i>
<i>Система программного управления (WebNSW EMS/UMS).....</i>	<i>14</i>
<i>Оборудование дистанционного контроля оптического волокна (RFTE)</i>	<i>14</i>

Подводный волоконно-оптический кабельный комплекс

Состав и основные характеристики

Подводный волоконно-оптический кабельный комплекс (далее «комплекс») представляет собой систему передачи звуковых сигналов, изображений и других цифровых данных между двумя точками по проводной цифровой кабельной сети связи общей протяженностью 1250 км и предназначена для обеспечения выделенной сети высокоскоростной цифровой кабельной связи. Комплекс поставляется в собранном виде согласно кабельной линейной диаграммы в соответствии со спецификацией.

В основе комплекса находятся подводные сетевые репитеры и оптические эквалайзеры, интегрированные с волоконно-оптическим кабелем. Комплекс является единым и неделимым изделием.

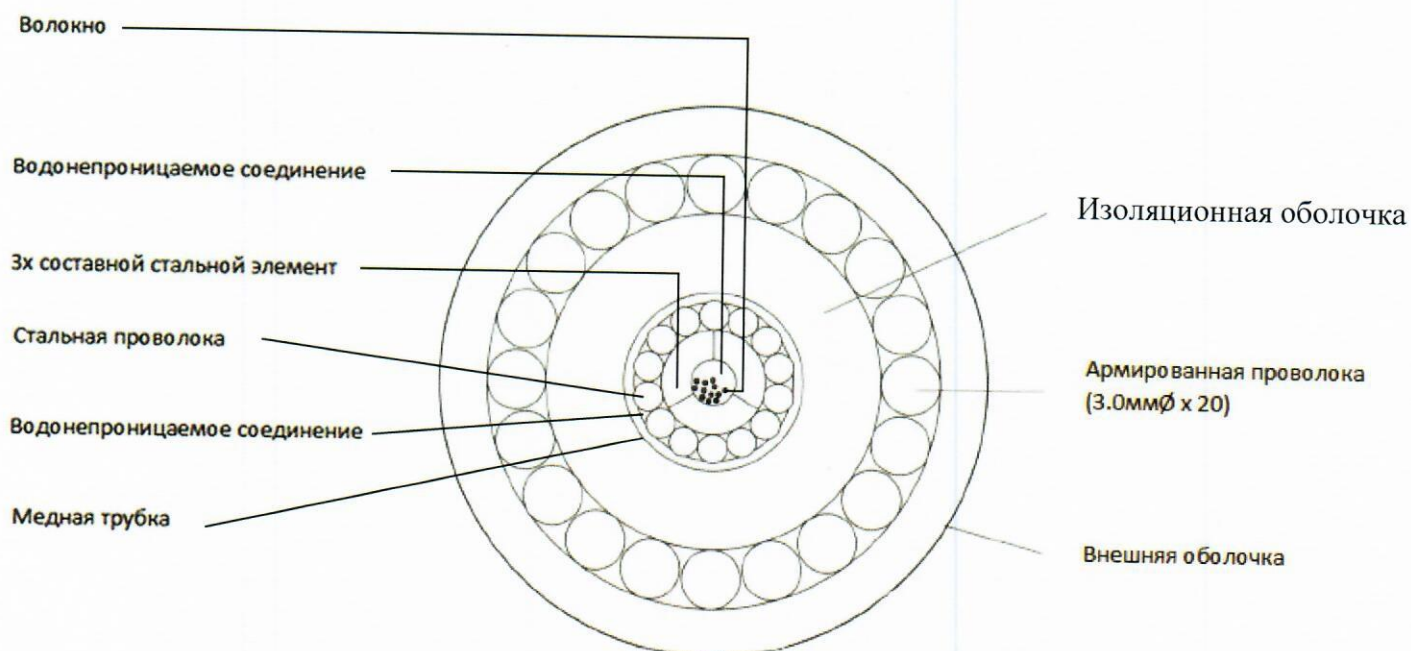
Основные характеристики

Пропускная способность	10 Тбит/с
Кол-во оптических волокон	6 пар
Рабочие длины волн:	от 1529.55 нм до 1565.50 нм
Протяженность линейного тракта	1250 км
Количество длин волн	100
Ширина полосы пропускания	37,5 ГГц
Тип кабеля	SA/DA
Количество репитеров (в линии)	15
Мощность репитера	17.7 дБм
Выходная оптическая мощность	4,5 ТГц
Репитерный участок	82,5 км
Сопротивление изоляции по постоянному току	1.2 Ω /км
Максимальное напряжение дистанционного питания линии:	до 15 кВ

Волоконно-оптический кабель

Подводный волоконно-оптический кабель, предназначен для передачи оптических сигналов на ультрадальние расстояния, а также для выполнения функций электропитания подводных репитеров. Обладает высокой механической прочностью на разрыв и имеет надежное гидростойкое покрытие. Кабель специально спроектирован с малыми значениями затухания оптических сигналов, низкой дисперсией, большой информационно-пропускной способностью.

Конструкция кабеля типа SA



Конструкция однобронного кабеля типа SA включает следующие элементы:

(1) Сердцевина кабеля

(2) Бронепокров внутренний

- Бронепокров кабеля состоит из 20 гальванизированных стальных проволок номинальным диаметром 3.0мм.
- Бронепокров наносится методом спирального повива и покрывается битумным раствором для защиты это коррозии.

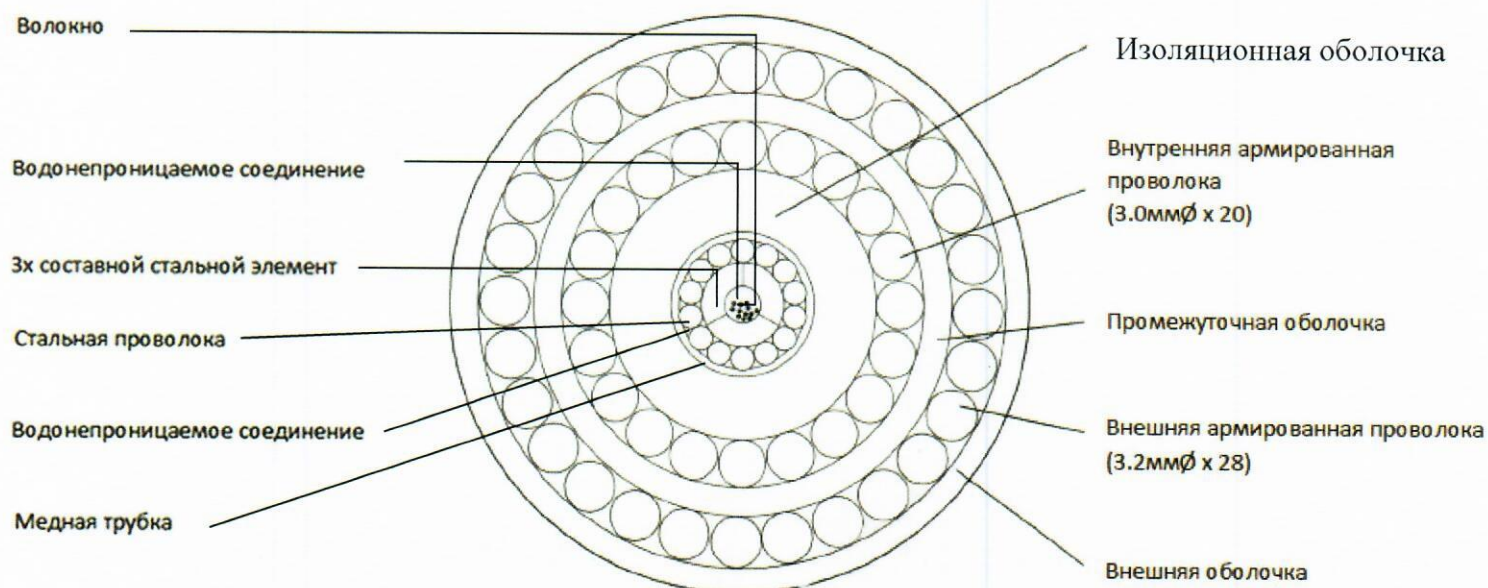
(3) Внешняя оболочка

- Внешняя оболочка состоит из полипропиленовых нитей, спирально наносимых для поверх бронированных проволок.
- На внешнюю оболочку наносится битумный раствор.
- Готовый кабель покрывается известняковым напылением.
- Номинальный внешний диаметр составляет 28мм
-

Номинальные характеристики кабеля типа SA даны в таблице ниже.

Номинальный диаметр кабеля	28мм
Вес кабеля в воздухе	18.3кН/км
Вес кабеля в воде	13.2кН/км
Усилие на разрыв кабеля	≥ 250кН
Постоянная гидродинамики	61 узлов
Минимальный радиус изгиба (без натяжения, в обращении)	0.5м
Минимальный радиус изгиба (без натяжения, хранение)	0.9м
Минимальный радиус изгиба (при натяжении)	1.5м

Конструкция кабеля типа DA



Конструкция кабеля типа DA (двубронный) включает следующие элементы:

(1) Сердцевина кабеля

(2) Бронепокров внутренний

- Внутренняя бронепокров состоит из спирального повива 20 гальванизированных стальных проволок номинальным диаметром 3.0мм.
- Бронепокров наносится методом спирального повива и покрывается битумным раствором для защиты это коррозии.

(3) Промежуточный слой

- Промежуточный слой состоит из полипропиленовых нитей, нанесенных спиральным повивом поверх внутреннего бронепокрова.
- На промежуточный слой наносится битумный раствор.

(4) Бронепокров внешний

- Внешний бронепокров состоит из 28 гальванизированных стальных проволок номинальным диаметром 3.2мм.

- Бронепокров наносится методом спирального повива и покрывается битумным раствором для защиты это коррозии.

(5) Внешняя оболочка

- Внешняя оболочка состоит из полипропиленовых нитей, наносимых спиральным повивом поверх внешнего бронепокрова.
- На внешнюю оболочку наносится битумный раствор.
- Готовый кабель покрывается известняковым напылением.
- Номинальный внешний диаметр составляет 38мм

Номинальные характеристики кабеля типа DA даны в таблице ниже:

Номинальный диаметр кабеля	38мм
Вес кабеля в воздухе	37.9кН/км
Вес кабеля в воде	28.5кН/км
Усилие на разрыв кабеля	≥ 500кН
Постоянная гидродинамики	77 узлов
Минимальный радиус изгиба (без натяжения, в обращении)	0.5м
Минимальный радиус изгиба (без натяжения, хранение)	0.9м
Минимальный радиус изгиба (при натяжении)	1.5м

Оптические характеристики

Параметры	Характеристики
	Одномодовое волокно
Оптическое затухание при 1550нм [дБ/км]	Обычно: ≤ 0.185
Хроматическая дисперсия при 1550нм [лс/нм/км]	≤ 19.0
Дисперсия наклона [лс/нм ² /км]	≤ 0.07
Изменения оптического затухания	меньше чем 0.01дБ/км между -20°C ~+50°C @1550нм

Механические характеристики

(1) Сила натяжения кабеля	показано в таб. 1-1
(2) Минимальный радиус изгиба	0.5м (без натяжения, обработка) 0.9м (без натяжения, хранение) 1.5м (под натяжением)

(3) Обратный изгиб	кабель выдерживает до 30 обратных изгибов до радиуса 0.5м без аномалий
(4) Сопротивление водному давлению	больше, чем 78МПа
(5) Водонепроницаемость	менее 250 м / 2 недели при 1000 м менее 1000 м / 2 недели при 5500 м
(6) Прочность на раздавливание	отсутствие деформации медной трубки и отсутствие увеличения оптического затухания обусловлены дроблением кабельных нагрузок, показанных в таб. 1-2
(7) Ударопрочность	Отсутствие аномалий при воздействии механическим ударом, показанной в таблице 1-3.

Тип кабеля	НПСН	НРСН	НВСН	РНК
SA	80	130	200	250
DA	140	260	350	500

НПСН: Номинальная постоянная сила натяжения

НРСН: Номинальная рабочая сила натяжения

НВСН: номинальная временная сила натяжения

РНК: разрыв нагрузки кабеля

Табл. 1-1 Характеристики усилия на растяжение

Тип кабеля	Предельная нагрузка
SA	15кН/10см
DA	30кН/10см

Табл. 1-2 Характеристики усилия на раздавливание

Тип кабеля	Воздействие энергии удара
SA	4кг x 1м
DA	8кг x 1м

Табл. 1-3 Характеристики ударопрочности

Электрические характеристики

Изоляционное сопротивление	Более 2×10^{11} Ω -км после применения 0.5кВ между медной трубой и землей на 5 минут или более.
Значение сопротивления постоянному току	Менее 1.2 Ω /км при 30С
Коэффициент температуры	0.4%/оС
Сопротивление высокому напряжению	Кабель выдерживает +/- 45 кВ постоянного тока между медной трубкой и землей в течение 5 минут
Емкостное сопротивление	Номинально 198 нФ/км

Защита от воды и сероводорода

Кабель разработан с учетом предотвращения попадания воды и природного сероводорода во внутреннюю структуру при нормальных условиях эксплуатации. В случае повреждения кабеля, было подтверждено экспериментально и теоретически, что максимальная длина кабеля, подлежащего замене с точки повреждения, равна:

а) ≤ 250 м на мелководье (менее 1 000 м)

б) ≤ 1 км на глубоководье (до 5 500 м)

Вышеуказанное было рассчитано после открытого воздействия водной средой на свободное кабельное окончание в течении 14 (четырнадцати) дней.

Расстояние продольного проникновения воды в кабель обычно подчиняется следующему уравнению Хагена-Пуазейля:

$$L=A \times P^{1/2} \times T^{1/2}$$

Где:

L:	Глубина распространения (проникновения) воды
P:	Приложенное давление
T:	Время распространения
A:	Постоянная

Подводный репитер (БРР)

Подводный репитер предназначен для применения в волоконно-оптических линиях передачи для восстановления уровня оптического сигнала и обеспечения функции мониторинга целостности волокна в подводном кабельном комплексе.

Подводные репитеры установлены в кабельном комплексе для одновременного усиления сигналов с разными длинами волн (что обуславливает возможность усиления спектрально-мультиплексированного сигнала) с равномерной амплитудно-частотной характеристикой усиления во всем диапазоне частот, они обеспечивают значительный уровень усиления при высоком качестве сигнала, а любые изменения длины волны быстро подавляются.

Его основные характеристики приведены ниже:

(1) Прямое усиление оптического сигнала.

Усиление оптического сигнала на базе технологии усиления на волокне, легированном ионами эрбия (EDFA)

(2) Контроль целостности волокна

Обеспечение возможности постоянного мониторинга целостности оптического волокна подводного кабельного комплекса.

(3) Высокое сопротивление давлению и идеальная герметизация.

Обеспечение механической защиты оптического волокна и целостности линейного тракта на глубине воды до 8000 метров, при этом используется высокотехнологичный механизм герметизации.

В таблице приведены основные рабочие характеристики репитера.

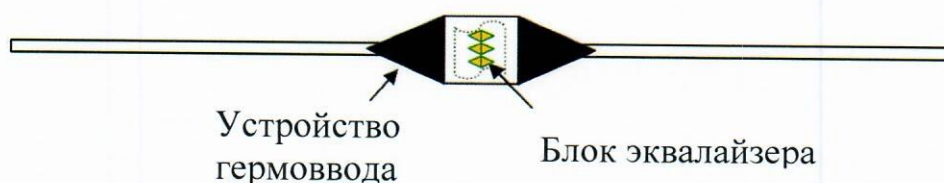
Параметр	Характеристики
Кол-во оптических волокон	6 пар ОВ
Типичное значение шума	≤ 5 дБ
Выходная мощность	$\geq +15,5$ дБм
Диапазон длин волн	от 1529.55 нм до 1565.50 нм
Длина волны лазера накачки	980 нм
Номинальная входная мощность	-10.46 (общее) дБм
Номинальное усиление	24.96 (общее) дБ
Коэффициент шума	≤ 5.50 дБ
Потеря зависимости поляризации	≤ 0.60 дБ
Длина волны лазера накачки	980 нм
Номинальная входная мощность	-10.46 (общее) дБм
Номинальный ток	1.10 А
Ток питания	$\leq 1,3$ А
Подача электропитания	Однополюсная / Двухполюсная
Спад напряжения тока постоянного	≤ 34.0 В
Диэлектрическая прочность	15 кВ пост. тока
Емкость постоянного тока	< 3000 пФ
Сопротивление изоляции постоянному току	> 2000 МОм
Рабочая температура:	0 – +35о С
Температура хранения	-10 – +45о С -20 – +50оС (в течение 24 часов)
Выдерживает давление воды (Расчетное значение)	Более 78,4 МПа (800 кгс/см ²)
Противоударные/противовибрационные характеристики	100Г, 5-55Гц, 1,5мм амплитуда
Материал корпуса	Медно-Бериллиевый сплав

Подводный эквалайзер (6FP)

Подводный эквалайзер разрабатывается и производится для выравнивания накопленных во время трансляции разностей оптических мощностей в подводном кабельном комплексе.

Автоматизированный эквалайзер уровней выходного сигнала оптических усилителей, содержит сигнальное волокно с ответвителем проходящей мощности 2 и устройство переменной связи волокна с внешним оптическим резонатором 1, образующие в совокупности широкополосный режекторный фильтр, позволяющий достигнуть выравнивание уровней оптических мощностей каналов в рабочем диапазоне передаваемого сигнала.

Интеграция подводных эквалайзеров с подводным кабельным комплексом реализована за счет механического соединения подводного кабеля с блоком эквалайзера через устройство герметичного ввода эквалайзера.



Характеристики

Наименование	Параметр
Диапазон длин волн	от 1529.55 нм до 1565.50 нм
Количество пар ОВ	6
Оптический шум	5dB
Температура эксплуатации	0 - 35°С
Температура хранения	От -20 до + 50°С

Комплекс оборудования терминальных станций

Общие сведения

Комплекс оборудования терминальной станции «А» (КОТС) является оборудованием приема-передачи оптического сигнала по кабельному комплексу подводной волоконно-оптической линии связи с использованием технологий спектрального уплотнения каналов с разделением по длине волны в диапазоне от 1529,55 нм до 1565,50 нм со скоростью до 10 Гбит/сек на расстоянии 1250 км. КОТС обеспечивает возможность управления потоками данных, передаваемых по подводным кабельным линиям, а также позволяет осуществлять постоянный контроль качества оптического сигнала и работоспособности всего подводного кабельного комплекса в целом.

КОТС устанавливается в точках вывода подводной кабельной линии в районе береговой линии. Размещение КОТС выполняется в помещении автономного нежилого регенерационного пункта (НРП) (в поставку не входит). КОТС исполнен в виде специализированных технологических полок стандартного форм-фактора. Наполнение полок реализовано в виде отдельных функциональных блоков, представляющих собой изделия на базе печатных плат различного форм-фактора.

Для обеспечения работоспособности подводного кабельного комплекса в соответствии с техническими условиями проекта системы в составе КОТС используются элементы различного функционала. В настоящем разделе описаны основные элементы КОТС:

Оборудование мультиплексирования (WME)

Оборудование спектрального уплотнения каналов для подводных волоконно-оптических кабельных линий связи. Позволяет осуществлять управление потоками данных и их контроль целостности, включая функции цифровой когерентной рефлектометрии, упреждающей коррекции ошибок (SD-FEC), высокочастотной канальной коррекции, мультиплексирование и демультиплексирование с разделением по длине волны, расширенное оптическое пост- и пред- усиление, цифровая компенсация дисперсии.

Оборудование линейного тракта (LTE)

Оборудование линейного тракта (LTE) обеспечивает высокую пропускную способность оптического сигнала на сверхдальние расстояния, а также обеспечивает прозрачность

входящего сигнала. Оборудование преобразует трибутарный сигнал в цветной оптический сигнал, который необходим для работы оборудования мультиплексирования WME. Оборудование обеспечивает высококачественную передачу данных за счет применения усовершенствованного алгоритма предупреждения ошибок, возникающих в аппаратной части.

Оборудование электропитания (PFE)

Данное оборудование обеспечивает электропитание репитеров в подводном кабельном комплексе как в одностороннем, так и двустороннем режиме. Оборудование позволяет управлять параметрами электропитанием, контролировать состояние и работоспособность репитеров, а также контролировать механическую целостность подводного кабельного комплекса.

Система программного управления (WebNSV EMS/UMS)

Система управления WebNSV — это программный комплекс на базе веб-технологий, разработанный для управления и контроля всех элементов КОТС и связанных сетей. Программный комплекс состоит из системы управления элементами (WebNSV EMS) для индивидуального управления станциями и унифицированной системы управления (WebNSV UMS) для централизованного управления всем подводным кабельным комплексом. Система обеспечивает все необходимые функции, такие как управление пропускной способностью, управление неисправностями, управление конфигурациями и управление безопасностью.

Оборудование дистанционного контроля оптического волокна (RFTE)

Оборудование дистанционного контроля оптического волокна выявляет и локализует любые потенциальные аварии (шум/обрыв сигнала), возникающие в оптической составляющей подводного кабельного комплекса. Контрольные сигналы распределяются по служебным каналам длин волн вне полосы трафика, поэтому для репитеров и кабеля создается эффективная среда мониторинга.