

АО «КАСПИЙСКИЙ ТРУБОПРОВОДНЫЙ КОНСОРЦИУМ-Р»

ОТДЕЛ ТЕХНОЛОГИЙ

ГРУППА ПО ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯМ

СОГЛАСОВАНО

Консультант по ИТ, связи, системам управления

 Стэйтен Ф.К.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Консультант по проекту и проектированию

 Боуэн К.С.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Руководитель группы по телекоммуникациям





 Савченко К.И.

«15» 01 \_\_\_\_\_ 2020 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 11-19/75





на проведение научно-исследовательских работ по оценке оптических характеристик магистрального оптического кабеля ВОЛС КТК

2019

				Лист	Листов
Проверил	Хаустов Г.А.		30.12.19	1	8
Проверил	Чирва С.А.		30.12.19	АО "КТК-Р"	
Проверил	Гиренко И.В.		30.12.19		
Разработал	Бут А.Е.		30.12.19		
Техническое Задание № 11-19/75 на проведение научно-исследовательских работ по оценке оптических характеристик магистрального оптического кабеля ВОЛС КТК					

## Оглавление

1.0 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
2.0 ПРИМЕНЯЕМЫЕ СТАНДАРТЫ .....	3
3.0 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....	3
4.0 ХАРАКТЕРИСТИКИ КАБЕЛЯ ВОЛС И ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН .....	5
5.0 СОСТАВ РАБОТ (включая, но не ограничиваясь).....	6
6.0 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ .....	7
7.0 ПЕРЕДАВАЕМЫЕ ДОКУМЕНТЫ .....	7
8.0 СРОК ДЕЙСТВИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ .....	7
9.0 ТРЕБОВАНИЯ К ИСПОЛИТЕЛЮ РАБОТ .....	8

				Техническое Задание № 11-19/75 на проведение научно-исследовательских работ по оценке оптических характеристик магистрального оптического кабеля ВОЛС КТК	Лист	Листов
Проверил	Хаустов Г.А.		30.12.19		2	8
Проверил	Чирва С.А.		30.12.19		АО "КТК-Р"	
Проверил	Гиренко И.В.		30.12.19			
Разработал	Бут А.Е.		30.12.19			



## 1.0 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящее Техническое задание (Задание) регламентирует проведение научных работ по исследованию магистрального ВОЛС КТК и его оптических характеристик.

1.2 Общие понятия и сокращения:

1.2.1 Заказчик - АО "Каспийский Трубопроводный Консорциум - Р", представлен группой по телекоммуникациям КТК.

1.2.2 АО "Каспийский Трубопроводный Консорциум - Р" - далее по тексту именуется КТК.

1.2.3 Подрядчик - Производитель работ - организация, выбранная для проведения исследований, проектных и (или) строительно-монтажных работ на объектах связи КТК.

1.2.4 ВОЛС – волоконно-оптическая линия связи.

1.2.5 ЗПТ – защитная пластмассовая трубка.

1.3 Задание регламентирует проведение необходимых работ по исследованию ВОЛС КТК.

1.4 Подрядчик предоставляет группе по телекоммуникациям КТК-Р следующую информацию:

- Справку о наличии оборудования для проведения измерений ВОЛС;
- Справку о наличии оборудования с указанием года выпуска;
- Сертификаты Росстандарта и сертификаты на поверку и калибровку (если применимо) всего используемого для проведения исследований оборудования в соответствии с Государственным реестром средств измерений;
- Информацию, подтверждающую квалификацию технического персонала, который будет задействован при выполнении работ (свидетельства об образовании, сертификации прохождения курсов повышения квалификации, наличие аттестации органов надзора и др.).

## 2.0 ПРИМЕНЯЕМЫЕ СТАНДАРТЫ

2.1 ГОСТ IEC 60811-401-2015 Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 401. Разные испытания. Методы теплового старения. Старение в термостате.

2.2 IEC 60228 Токопроводящие жилы изолированных кабелей.

2.3 IEC 60811-100:2012 Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 100. Общие положения.

2.4 IEC 60811-409 Методы испытаний неметаллических материалов. Разные испытания. Испытание на потерю массы для термопластичной изоляции и оболочек.





2.5 IEC 60811-501 Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 501. Механические испытания. Испытания для определения механических свойств композиций изоляции и оболочек.

2.6 IEC 60811-504 Кабели электрические и волоконно-оптические. Методы испытаний неметаллических материалов. Часть 504. Механические испытания. Испытания изоляции и оболочек на изгиб при низкой температуре.

2.7 ГОСТ Р 52266-2004 Кабельные изделия. Кабели оптические. Общие технические условия.

## 3.0 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

3.1 Магистральная ВОЛС КТК проложена в период 2000-2001 гг. вдоль всей длины нефтепровода КТК и была введена в эксплуатацию в 2001 году (участки 0-116 и 116 (130)-НПС Атырау были модернизированы в 2007 и 2013 годах соответственно). Кабель ВОЛС произведен в 2000 г.

				Техническое Задание № 11-19/75 на проведение научно-исследовательских работ по оценке оптических характеристик магистрального оптического кабеля ВОЛС КТК	Лист	Листов
Проверил	Хаустов Г.А.		30.12.19		3	8
Проверил	Чирва С.А.		30.12.19		АО "КТК-Р"	
Проверил	Гиренко И.В.		30.12.19			
Разработал	Бут А.Е.		30.12.19			



3.2 ВОЛС для нефтепровода КТК используется для централизованного управления и в качестве магистрального кабеля связи трубопроводного комплекса. Магистральный ВОЛС является важной составной частью этой системы. Поэтому надежность этого кабеля должна быть как можно более высокой.

3.3 Конструкция ВОЛС полностью диэлектрическая с центральным силовым элементом из стеклоплетки и не имеет защитных бронепокровов. С целью защиты от внешних воздействий он был проложен в ЗПТ (40/3,5 мм) методом пневмозадувки, строительными длинами от трех до шести км. Переходы через водные преграды, пересечения железных и автомобильных дорог были выполнены методом горизонтально-направленного бурения, прокола или траншейным методом, защитным футляром служит стальная труба диаметром 108 мм.





3.4 Регенерационные участки (расстояние по оптическому волокну между магистральными задвижками и НПС и составляет от 10 до 121 км).

3.5 Оптическое волокно является направляющей средой и относится к основному элементу оптического кабеля и волоконно-оптической линии связи. Важнейшими для оптического волокна являются прочностные и передаточные параметры. При эксплуатации ВОЛС происходит постепенное снижение прочности ОВ, в результате чего может возникнуть обрыв волокна, приводящий к прекращению передачи информации по данному ОВ.

3.6 Основным качественным критерием надежности ВОЛС следует считать её безотказность, в значительной степени определяемой прочностными параметрами оптического волокна, являющегося направляющей средой современных линий связи. Оптическое волокно является невосстанавливаемым объектом, так как в случае возникновения отказа не подлежит восстановлению.

3.7 В процессе эксплуатации оптического кабеля, волокна подвергаются воздействию внутренних и внешних (коррозионных и термофлуктуационных) факторов, в результате воздействия которых со временем снижается их механическая прочность. Установлено, что срок службы оптических кабелей определяется, в основном, величиной натяжения волокон. Под действием нагрузки кварцевые волокна постепенно снижают свою прочность из-за роста микротрещин на их поверхности, что является наиболее существенным фактором снижения механической прочности оптического волокна. Основной причиной появления микротрещин различного размера на поверхности волокна является, в основном, несовершенство технологии его изготовления. Возникающая при этом статическая усталость стекла объясняется совместным действием напряжения и молекул веществ (в первую очередь воды), попадающих в трещину и активирующих разрыв химических связей в её вершине.

3.8 При проведении научно-исследовательских работ следует воспользоваться (включая, но не ограничиваясь) теорией разрушения кварцевых волокон, которая строится на предположении о случайном распределении микротрещин по длине волокна с учетом степени развития внутренних процессов в ОВ при воздействии внутренних и внешних факторов. При этом стоит учесть гипотезу слабого звена, которая лежит в основе существующей статистической теории процесса разрушения оптических волокон и предполагает, что разрушение оптического волокна в целом по всей длине определяется механической прочностью наиболее слабого элемента (звена) длины. При этом механизм разрушения слабого звена оптического волокна считается адекватным росту микротрещины до обрыва, основанному на теории Гриффитса.

				Техническое Задание № 11-19/75 на проведение научно-исследовательских работ по оценке оптических характеристик магистрального оптического кабеля ВОЛС КТК	Лист	Листов
Проверил	Хаустов Г.А.		30.12.19		4	8
Проверил	Чирва С.А.		30.12.19		АО "КТК-Р"	
Проверил	Гиренко И.В.		30.12.19			
Разработал	Бут А.Е.		30.12.19			



#### 4.0 ХАРАКТЕРИСТИКИ КАБЕЛЯ ВОЛС И ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

4.1 Изготовитель: Siemens A-DF (ZN) 6x6E9/125 0,36F3,5 + 0,21H18 LG.



4.2 Условия прокладки:

- В грунтах всех групп при прокладке в открытую траншею в трубке ЗТП 40x3,5
- кабельной канализации, трубах, коллекторах, по эстакадам в трубке ЗТП 40x3,5

4.3 Основные параметры и особенности конструкции:

- Оптическая скрутка 6-ти элементная с центральным силовым элементом (ЦСЭ) диаметром 2мм
- Коэффициент затухания, менее 0,20 дБ/км на длине волны 1,55 мкм
- 0,4 дБ/км на длине волны 1,31 мкм
- Растягивающее усилие – 3,5 кН
- Температурный диапазон – -40 С...50 С
- Волокно фирмы Corning SMF-28e, соответствующее стандарту G.652.D
- Вес, не более – 137 кг/км
- Внешний диаметр – 13,3 мм
- Количество оптических волокон – 36

4.4 Характеристики одномодовых волокон:

Характеристика световода	Одномодовый кабель без дисперсионного смещения
Диаметр жилы	8,3 мкм
Диаметр оболочки световода	125,0 ±2,0 мкм
Отклонение формы сечения оболочки световода от круглой	≤ 1,0%
Диаметр цветного световода	250 мкм
Диаметр покрытия	245 ±10 мкм
Концентричность жилы и оптической оболочки	≤0,8 мкм
Диаметр пучка канализации моды	9,20 ±0,50 мкм при длине волны 1310 нм 10,50 ±1,00 мкм при длине волны 1550 нм
Минимальный условный предел текучести	100 000 фунт-сил на кв. дюйм
Равномерность затухания	Не более 0,10 дБ при 1310 нм или 1550 нм
Максимальная дисперсия	3,2 пс/нм-км в диапазоне от 1285 до 1330 нм < 18 пс/нм-км при 1550 нм
Граничная длина волны в световоде	< 1260 нм

Проверил	Хаустов Г.А.	<i>Г.А. Хаустов</i>	30.12.19	Техническое Задание № 11-19/75 на проведение научно-исследовательских работ по оценке оптических характеристик магистрального оптического кабеля ВОЛС КТК	Лист	Листов
Проверил	Чирва С.А.	<i>С.А. Чирва</i>	30.12.19		5	8
Проверил	Гиренко И.В.	<i>И.В. Гиренко</i>	30.12.19		АО "КТК-Р"	
Разработал	Бут А.Е.	<i>А.Е. Бут</i>	30.12.19			



Длина волны с нулевой дисперсией ( $\lambda$ )	1301,5 нм < $\lambda$ < 1321,5 нм
Градиент нулевой дисперсии	< 0,092 пс/нм <sup>2</sup> -км
Дисперсия в режиме поляризации	< 0,5 пс/км <sup>1/2</sup>

Параметр	Марка ОВ
	SMF-28e
Рабочая длина волны, нм	1260... 1625
<b>Коэффициент затухания, дБ/км, не более:</b>	
На длине волны 1310 нм	0,34
на длине волны 1383 нм	0,31
На длине волны 1550 нм	0,20
на длине волны 1625 нм	0,22
<b>Коэффициент хроматической дисперсии, пс/нм<sup>2</sup>км,:</b>	
В интервале длин волн (1285-1330) нм	≤ 3,5
В интервале длин волн (1530-1565) нм	≤ 18
В интервале длин волн (1565-1625) нм	≤ 22
Точка нулевой дисперсии, нм	1302... 1322
<b>Наклон дисперсионной характеристики в области длины волны нулевой дисперсии, пс/нм<sup>2</sup>км, не более:</b>	
В интервале длин волн (1285-1330) нм	0,089
<b>Поляризационная модовая дисперсия, пс/км, не более:</b>	
Индивидуального волокна	0,2
Линии (20 соединенных волокон)	0,06
Длина волны отсечки в кабеле, нм, не более	1260
<b>Диаметр модового поля, мкм</b>	
На длине волны 1310 нм	±0,4
На длине волны 1550 нм	10,4±0,5
<b>Геометрия стекла</b>	
Собственный изгиб волокна, м	≥ 4,0
Диаметр отражающей оболочки, мкм	125,0 ± 0,7
неконцентричность сердцевины и оболочки, мкм	≤ 0,5
Некруглость оболочки, %	≤ 0,7

## 5.0 СОСТАВ РАБОТ (включая, но не ограничиваясь)

- 5.1 Исследование деградации оптического волокна.
- 5.2 Исследование предельной прочности на разрыв действующего оптического волокна.
- 5.3 Исследование деградации защитного покрытия кабеля ВОЛС.
- 5.4 Исследование деградации трубки ЗПТ.
- 5.5 Анализ влияния внешних факторов на поляризационно-модовую дисперсию оптического волокна.
- 5.6 Исследование влияния внешних факторов на передаточные параметры оптического волокна.
  - 5.6.1 Исследование влияния попадания воды в ВОК.
  - 5.6.2 Исследование влияния внешних электромагнитных явлений (грозовые разряды, воздействие высоковольтных ЛЭП и железных дорог).
  - 5.6.3 Исследование электротермической деградации. Воздействие электромагнитного поля, вызывающее поляризационные процессы в диэлектрических элементах ОК, сопровождающиеся выделением тепла.
  - 5.6.4 Исследование влияния климатических и геологических условий местности, сложных препятствий и переходов через другие коммуникации, водоемы, дороги и пр., на возникновение неоднородностей в ВОК. Возникновение напряжений из-за сдавливания, изгиба и скручивания кабеля. Функциональный анализ механических воздействий на передаточные параметры оптического волокна. Классификация внешних факторов, влияющих на передаточные параметры оптического волокна в условиях трассы ВОЛС Заказчика.
- 5.7 Проведение научно-исследовательских работ по оценке оптических и физических параметров ВОЛС КТК (методы и состав необходимых работ обосновать и отразить в пояснительной записке).

				Техническое Задание № 11-19/75 на проведение научно-исследовательских работ по оценке оптических характеристик магистрального оптического кабеля ВОЛС КТК	Лист	Листов
Проверил	Хаустов Г.А.		30.12.19		6	8
Проверил	Чирва С.А.		30.12.19		<b>АО "КТК-Р"</b>	
Проверил	Гиренко И.В.		30.12.19			
Разработал	Бут А.Е.		30.12.19			



- 5.8 Проведение анализа полученных данных после проведения работ.  
 5.9 Оценка риска на участках, находящихся в зоне повышенной опасности и неблагоприятных механических факторов, воздействующих на кабель и оптическое волокно.

## 6.0 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ





- 6.1.1 Подрядчик разрабатывает и согласовывает с Заказчиком методику и графики проведения научно-исследовательских работ.  
 6.2 Измерения могут проводиться:  
 6.2.1 На существующей, рабочей кабельной трассе ВОЛС, методом рефлектометрических измерений, измерений методом Бриллюэна, с возможностью поочередного отключения волокон ВОЛС на действующих системах КТК;  
 6.2.2 На кабельных запасах на складах Заказчика и демонтированных ранее используемых кабельных отрезках.  
 6.3 Исследования предельной прочности на разрыв с созданием условий по искусственному старению кабеля ВОЛС проводятся в лабораториях Подрядчика.  
 6.4 Лабораторные испытания должны содержать следующие этапы искусственного старения кабеля:  
 6.4.1 Кабель ВОЛС должен содержаться в условиях циклического изменения температуры сроком до нескольких недель.  
 6.4.2 Кабель ВОЛС должен погружаться в воду на несколько дней с выдерживанием постоянной температуры воды.  
 6.4.3 Несколько недель кабель должен храниться в условиях повышенной температуры и влажности.

## 7.0 ПЕРЕДАВАЕМЫЕ ДОКУМЕНТЫ

- 7.1 По результатам проведенных исследований на основании ТЗ, Подрядчик должен передать следующую документацию Заказчику, а также ответить на поставленные вопросы:  
 7.1.1 Протоколы испытаний;  
 7.1.2 Рекомендации по обеспечению надежности и отказоустойчивости магистральной ВОЛС КТК;  
 7.1.3 Оценка степени надежности магистрального ВОЛС КТК;  
 7.1.4 Заключение (прогноз) о сроке эксплуатации ВОЛС КТК;  
 7.1.5 План и рекомендации по капитальному ремонту ВОЛС;  
 7.1.6 Степень устаревания кабеля ВОЛС КТК. Необходимость проведения работ по модернизации или замене существующего кабеля.  
 7.1.7 Оценка риска возможного значительного ухудшения характеристик кабеля ВОЛС ведущее к невозможности обеспечивать передачу данных.  
 7.1.8 Могут ли подобные процессы устаревания кабеля ВОЛС КТК проходить на линейных участках кабеля или только в определенных местах (муфты, кроссы, изгибы и т.п.)?  
 7.2 Документация должна быть переданы в трех экземплярах: два экземпляра в печатном виде, один в электронном виде, на электронном USB-носителе.  
 7.3 Документация должны быть представлена в формате AutoCAD (\*.dwg) не выше версии 2012, Adobe PDF (векторный) не ниже версии 10 и MS Word (\*.docx) не ниже версии 2012. Допускаются сканированные изображения планов и схем исходного размера разрешением не менее 300 dpi. Документация должна быть полностью читабельна.

## 8.0 СРОК ДЕЙСТВИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

- 8.1 Срок действия ТЗ составляет один год.  
 8.2 По истечении срока действия ТЗ, КТК оставляет за собой право на его изменение и перевыпуск.  
 8.3 Продление ТЗ выполняется только по письменному запросу.

				Техническое Задание № 11-19/75 на проведение научно-исследовательских работ по оценке оптических характеристик магистрального оптического кабеля ВОЛС КТК	Лист	Листов
Проверил	Хаустов Г.А.		30.12.19		7	8
Проверил	Чирва С.А.		30.12.19		АО "КТК-Р"	
Проверил	Гиренко И.В.		30.12.19			
Разработал	Бут А.Е.		30.12.19			

## 9.0 ТРЕБОВАНИЯ К ИСПОЛНИТЕЛЮ РАБОТ

9.1 Исполнитель работ должен иметь опыт выполнения работ по строительству и монтажу ВОЛС, иметь опыт проведения НИР в области оптических линий связи и физики оптического волокна.

9.2 Иметь допуски саморегулирующей организации на выполнение строительно-монтажных работ по предмету конкурса.

9.3 В качестве соисполнителей должны быть привлечены следующие субподрядчики:

9.3.1. Разработчик оборудования и программного обеспечения для измерения распределения избыточной длины оптического волокна в оптическом кабеле, спектров акустического фона оптических волокон, температурных характеристик.

9.3.2. Завод-изготовитель кабельной продукции с наличием испытательных стендов, температурной камеры, рефлектометрических приборов.

9.3.3. Институт, имеющий статьи, патенты на разработки и опыт выполнения работ по написанию математических моделей по предмету конкурса.

9.4 Исполнитель работ и соисполнители должны иметь следующее оборудование и приборы (не ограничиваясь) для выполнения работ:

9.4.1. Рефлектометр оптический (OTDR).

9.4.2. Рефлектометр Бриллюэновский (BOTDR).

9.4.3. Программно-аппаратный комплекс для мониторинга объектов инфраструктуры.

9.4.4. Стенд испытательный для испытания оптического кабеля на стойкость к растягивающим усилиям.

9.4.5. Стенд испытательный для испытания оптического кабеля на стойкость к раздавливающим усилиям.





9.4.6. Стенд испытательный для испытания оптического кабеля на стойкость к динамическим изгибам.

9.4.7. Стенд испытательный для испытания оптического кабеля на стойкость к осевым кручениям.

9.4.8. Стенд испытательный для испытания оптического кабеля на стойкость к воздействию одиночных ударов.

9.4.9. Стенд испытательный для испытания оптического кабеля на стойкость к продольной водонепроницаемости.

9.4.10. Температурная камера.

				Техническое Задание № 11-19/75 на проведение научно-исследовательских работ по оценке оптических характеристик магистрального оптического кабеля ВОЛС КТК	Лист	Листов
Проверил	Хаустов Г.А.		30.12.19		8	8
Проверил	Чирва С.А.		30.12.19		АО "КТК-Р"	
Проверил	Гиренко И.В.		30.12.19			
Разработал	Бут А.Е.		30.12.19			