

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) 131000 «Нефтегазовое дело» профиль  
«Надежность газонефтепроводов и хранилищ»  
 Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
«Совершенствование технологий прокладки морских магистральных нефтепроводов в Каспийском море»

УДК 622.692(262.81)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ4Б	Матвиенко В.В.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Крец В.Г.	к.т.н, доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Шарф И.В.	доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Крепша Н.В.	доцент		

«Иностранный язык»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Швагрукова Е.В.	доцент		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Рудаченко А.В.	к.т.н, доцент		

Томск – 2016 г.

## Планируемые результаты обучения магистрантов

№	Результаты обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
1	2	3
<b>Р1</b>	Применять естественнонаучные, математические, гуманитарные, экономические, инженерные, технические и глубокие профессиональные знания в области современных нефтегазовых технологий для решения <i>прикладных междисциплинарных задач и инженерных проблем</i> , соответствующих профилю подготовки (в нефтегазовом секторе экономики)	ОК-1; ОК-2; ОК-3, ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6; ПК-7; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-16; ПК-17; ПК-19; ПК-20; ПК-21; ПК-23
<b>Р2</b>	Планировать и проводить аналитические и экспериментальные <i>исследования</i> с использованием новейших достижений науки и техники, уметь критически оценивать результаты и делать выводы, полученные в <i>сложных и неопределённых условиях</i> ; использовать <i>принципы изобретательства, правовые основы-в области интеллектуальной собственности</i>	ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-15; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-20; ПК-22; ПК-23
<b>Р3</b>	Проявлять профессиональную <i>осведомленность о передовых знаниях и открытиях</i> в области нефтегазовых технологий с учетом <i>передового отечественного и зарубежного опыта</i> ; использовать <i>инновационный подход</i> при разработке новых идей и методов <i>проектирования</i> объектов нефтегазового комплекса для <i>решения инженерных задач развития</i> нефтегазовых технологий, <i>модернизации и усовершенствования</i> нефтегазового производства.	ОК-1; ОК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-11; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-18; ПК-20; ПК-21; ПК-22; ПК-23
<b>Р4</b>	<i>Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные машины и механизмы</i> для реализации технологических процессов нефтегазовой области, обеспечивать их <i>высокую эффективность</i> , соблюдать правила <i>охраны здоровья и безопасности труда</i> , выполнять требования по <i>защите окружающей среды</i> .	ОК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-3; ПК-6; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-16; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-21; ПК-22;

№	Результаты обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
1	2	3
Р5	Быстро ориентироваться и выбирать <i>оптимальные решения в многофакторных ситуациях</i> , владеть методами и средствами <i>математического моделирования</i> технологических процессов и объектов	ОК-2; ОК-3; ОПК-1; ОПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-17; ПК-20;
Р6	Эффективно использовать любой имеющийся арсенал технических средств для максимального приближения к поставленным производственным целям при <i>разработке и реализации проектов</i> , проводить <i>экономический анализ затрат, маркетинговые исследования, рассчитывать экономическую эффективность.</i>	ОК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-16; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-20; ПК-21; ПК-22; ПК-23
Р7	Эффективно работать <i>индивидуально</i> , в качестве <i>члена и руководителя команды</i> , умение формировать задания и <i>оперативные планы</i> всех видов деятельности, распределять обязанности членов команды, готовность нести <i>ответственность за результаты работы</i>	ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ПК-6; ПК-11; ПК-12; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-23
Р8	Самостоятельно учиться и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности; активно <i>владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию и защищать результаты инженерной деятельности	ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-8; ПК-23

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) 131000 «Нефтегазовое дело» профиль  
«Надежность газонефтепроводов и хранилищ»  
 Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой  
 \_\_\_\_\_ Рудаченко А.В.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации
--------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ4Б	Матвиенко Владимиру Владиславовичу

Тема работы:

«Совершенствование технологий прокладки морских магистральных нефтепроводов в Каспийском море»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 28.04.2016 г. №2950/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	19.05.2016 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Обоснование модернизации применяемых технологий сооружения нефтепроводов на Каспийском море с учетом факторов, влияющих на уже эксплуатируемые трубопроводы и предложение экономически эффективного способа прокладки трубопровода.</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Обзор достижений мировой науки в области техники и технологий прокладки морских трубопроводов, анализ опасных факторов, влияющих на эксплуатацию проложенных трубопроводов на Каспии. Составление модели определения воздействия ледового пропахивания на заглубленный трубопровод для выбора оптимальной глубины заложения. Подбор экономически эффективной технологии заглубления при прокладке.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Районирование ледового пропахивания Каспия, технологии строительства трубопроводов, модель экзарации грунта, траншеекопатель.</p>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Шарф Ирина Валерьевна, доцент
«Социальная ответственность»	Крепша Нина Владимировна, доцент
«Иностранный язык»	Швагрукова Екатерина Васильевна, доцент

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

Расчеты и аналитика

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.03.2016 г
--	--------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Крец Виктор Георгиевич	к.т.н, доцент		16.03.2016

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ4Б	Матвиенко Владимир Владиславович		16.03.2016

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 118 с., 35 рис., 25 табл., 100 источников, 2 прил.

Ключевые слова: морской трубопровод, Каспийское море, заглубление трубопровода, ледовая экзарация, проектирование, прочностной расчет, моделирование, ANSYS.

Объектом исследования являются технологии строительства и технические средства для прокладки трубопроводов, обеспечивающие полное устранение текущих причин разрушения и деформаций незаглубленных трубопроводов на шельфе Каспийского моря.

Цель работы – Изучение влияние негативных факторов на проложенные подводные трубопроводы на шельфе Каспийского моря, подбор подходящей технологии и технических средств для оптимального расположения конструкции трубопровода под водой.

В процессе исследования проводились анализ существующих причин разрушения и деформаций незаглубленных трубопроводов на Каспии; методы строительства трубопроводов в условиях мелководного шельфа; оценка вероятности интенсивности ледового пропахивания и ледовая активность в регионе; общие операции при монтажных работах при прокладке; проведены расчеты толщины стенки трубопровода, расчет на прочность и устойчивость; Построена модель воздействия на заглубленный трубопровод ледового образования в программном продукте ANSYS. Определена оптимальная глубина заложения трубы. Рассмотрены технологии заглубления трубопроводов, прокладки, монтажа трубопровода, проведение гидравлического испытания. Приведены мероприятия по охране труда и безопасности строительства, охране окружающей среды, технико-экономическая часть.

В результате исследования обосновано совершенствование технологии строительства путем заглубления трубопроводов в донный грунт и предложен эффективный метод заглубления в один проход.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: технология и организация выполнения работ, подготовительные работы, монтаж трубопровода, сварочно-монтажные работы подводного трубопровода, трубозаглубление и т.д.

Степень внедрения: Рекомендуется использовать при проектировании приведенный упрощенный подход к моделированию задачи о воздействии ледовой экзарации на подводные трубопроводы.

Область применения: Замерзающие моря, моделирование применяется при пропахивании дна торосами, для определения оптимальной глубины заложения.

Экономическая эффективность/значимость работы затраты на строительство подводного трубопровода длиной 75 км., предложенным методом заглубления в один проход на рассматриваемом месторождении эффективнее на [REDACTED] руб., чем при обычного трехшаговом заглублении.

В будущем планируется применение оптимизированной расчетной модели и заглубление уже проложенных и функционирующих трубопроводов.

## Определения

Величина заглубления – разность между уровнями расположения верхней образующей трубопровода и уровнем грунта морского дна.

Глубина моря – расстояние по вертикали, измеренное от дна моря до среднего уровня воды, плюс суммарная высота астрономического и штормового приливов.

Длина провисающего участка трубопровода – длина участка трубопровода, не соприкасающегося с морским дном или опорными устройствами.

Допустимые напряжения – максимальные суммарные напряжения в трубопроводе (продольные, кольцевые и тангенциальные), допустимые нормами.

Заглубление трубопровода – размещение подводного трубопровода ниже естественного уровня грунта морского дна.

Ледовое образование – плавающее на поверхности акватории твердое тело, образованное из морского или пресноводного льда и обладающее целостностью (например, стамуха, торос, айсберг и т. д.).

Киль ледового образования – подводная часть ледового образования.

Отрицательная плавучесть трубопровода – сила, направленная вниз и равная весу конструкции трубопровода на воздухе за вычетом веса воды, вытесненной погруженным объемом трубопровода.

Рабочее давление - наибольшее избыточное внутреннее давление транспортируемой среды, при котором обеспечивается заданный режим эксплуатации трубопровода.

Стингер – устройство, устанавливаемое на трубоукладочном судне или барже и предназначенное для обеспечения безопасной кривизны трубопровода и уменьшения его изгибных напряжений в процессе укладки.

Трубозаглубители – машины, предназначенные для заглубления уложенных поверх морского дна трубопроводов в грунт или для предварительной разработки траншей.

Трубоукладчик (трубоукладочное судно) – специализированное судно, предназначенное для укладки подводного трубопровода.

Укладка трубопровода с применением барабана – укладка трубопровода с трубоукладочного судна с предварительной намоткой его на специальный барабан.

Укладка трубопровода S-методом – укладка трубопровода свободным погружением на дно моря, при этом участок трубопровода, находящийся между точкой касания дна и стингером, принимает форму S-образной кривой.

Утяжеляющее покрытие – покрытие, наносимое на трубопровод для придания ему отрицательной плавучести и защиты от повреждений.

Экзарация – вспахивание донного грунта киями ледовых образований.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»  
 профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»  
 Уровень образования магистр  
 Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа  
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация
--------------------------

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	19.05.2016 г
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.10.2015	Рассмотрение технологий прокладки и технических средств для строительства морских трубопроводов	
05.12.2015	Изучение актуальных проблем, связанных с проектированием и эксплуатацией трубопроводов	
	Поиск и исследование литературы по теме дипломной работы	
02.02.2016	Проведение патентного обзора, исследования зарубежных научных трудов, связанных с прокладкой трубопроводов на мелководье	
15.04.2016	Написание первой главы диссертации, включающей литературный обзор по рассматриваемой проблеме	
29.04.2016	Написание второй главы диссертации, рассматривающей регион Каспийского моря и	

	опасные факторы эксплуатации уже проложенных трубопроводов	
05.05.2016	Написание третьей главы диссертации, описывающей технологии строительства, перечень монтажных операций и моделирование задачи ледовой экзарации	
	Обоснование заглубления трубопровода и предложения эффективного способа трубозаглубления	
	Написание четвертой главы диссертации «Результаты проведенных исследований»	
	Написание раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение»	
10.05.2016	Написание раздела «Социальная ответственность»	
	Написание раздела на иностранном языке	
18.05.2016	Заключение	
25.05.2016	Презентация	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Крец В.Г.	к.т.н, доцент		20.02.2016

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Рудаченко А.В.	к.т.н, доцент		01.03.2016

## Оглавление

Введение	5
1 Литературный обзор	7
2 Объект и методы исследования	11
2.1 Статус Каспийского моря	11
2.2 Климатические условия Каспийского моря	11
2.3 Состояние разработки и освоения месторождений углеводородов на шельфе Каспийского моря	13
2.4 Разработка месторождений российской части акватории Каспия	14
2.5 Объект исследования	16
2.6 Методы исследования	21
3 Расчёты и аналитика	24
3.1 Особенности проектирования морских трубопроводных систем	24
3.1.1 Выбор трассы и расположения трубопровода под водой	25
3.1.2 Подбор оптимальной толщины стенки	28
3.2 Технологии строительства морских трубопроводов	29
3.2.1 Строительство с применением наклонной рамы	30
3.2.2 Строительство барабанным методом	31
3.2.3 Прокладка стингерным методом	31
3.2.4 Прокладка подводного трубопровода буксировкой	33
3.3 Технология работ при строительстве подводных трубопроводов	34
3.3.1 Доставка труб на трубоукладочное судно	34
3.3.2 Сварочные работы	35
3.3.3 Монтаж изоляции	36
3.3.4 Заглубление	37
3.3.5 Испытания трубопровода	39

					<i>«Совершенствование технологий прокладки морских магистральных нефтепроводов в Каспийском море»</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<b>Оглавление</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Матвиенко В.В.</i>					2	123
<i>Руковод.</i>		<i>Крей В.Г.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Рудаченко А.В.</i>						
						<b>НИ ТПУ гр. 2БМ4Б</b>		

3.4 Проблемы эксплуатации подводных трубопроводов на Каспии	40
3.4.1 Оценка вероятности интенсивности ледового пропахивания в районе трассы трубопроводов	41
3.4.2 Прочностной расчет трубопровода	42
3.5 Моделирование воздействия ледовой экзарации на заглубленные трубопроводы	51
3.5.1 Механизмы формирования торосов	51
3.5.2 Процесс ледовой экзарации	54
3.5.3 Исходные данные, необходимые для моделирования процесса ледовой экзарации	56
3.5.4 Реализация модели в рамках вычислительного комплекса ANSYS	58
3.6 Совершенствование технологии строительства путем заглубления	71
3.6.1 Модернизация технологии трехшагового заглубления	72
4 Результаты проведенного исследования	76
4.1 Оптимизация глубины заложения трубопровода	76
4.2 Сравнение традиционной и новой системы заглубления и обоснование проекта	77
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	80
5.1. Подбор основного оборудования для строительства трубопровода	81
5.2 Затраты на амортизационные отчисления	82
5.3 Подбор вспомогательной спецтехники	83
5.4 Расчет объемов и стоимости материалов	87
5.5 Затраты на оплату труда	91
5.6 Затраты на страховые взносы	93
6 Социальная ответственность при строительстве подводных нефтепроводов на Каспийском море	96
6.1 Профессиональная социальная безопасность	97

					Оглавление	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	98
6.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	103
6.2 Экологическая безопасность	108
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	112
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	114
Заключение	118
Список публикаций студента	
Список использованных источников	
Приложение А	
Приложение Б	

					Оглавление	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

## Введение

Площадь континентального шельфа Мирового океана и внутренних морей, перспективная на нефть и газ, составляет 20 млн км<sup>2</sup>, однако в настоящее время осваивается лишь 1 млн км<sup>2</sup>. Известно, что оставшаяся большая часть является высокоперспективной.

Колоссальные объемы нефти и газа находятся в недрах шельфа России. Около 90% площади шельфа перспективны для добычи углеводородов, что составляет 2/3 перспективных запасов на суше. Именно на шельфе содержится четверть всех наших запасов нефти и половина запасов газа. Размещены они следующим образом: Баренцево море – 49 %, Карское – 35 %, Охотское – 15%. И лишь менее 5 % в нашей акватории Каспия.

Секторальные санкции США и ЕС 2014-2015 гг. на запрет поставок технологий для работы на шельфе, а также проектные санкции на запрет поставок оборудования на наши шельфовые проекты сильно тормозят развитие шельфа, так как у российских компаний не хватает либо полностью отсутствуют технологии для их освоения. В условиях текущих цен на нефть разработка арктических проектов нерентабельна, но разработка мелководных месторождений Каспийского региона экономически выгодна.

На шельфе российской акватории Каспийского моря сейчас открыто девять крупных месторождений, обустроено всего одно: им. Ю.Корчагина. Планируется в ближайшие 10 лет обустроить четыре месторождения, проложить 1,5 тыс. км морских магистральных трубопроводов.

Так как Каспий относится к замерзающим морям, здесь в период с ноября по март продолжается ледовый период, а в замерзающих морях главной опасностью для трубопроводов, проложенных по дну моря, являются

					«Совершенствование технологий прокладки морских магистральных нефтепроводов в Каспийском море»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Матвиенко В.В.			Введение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Крей В.Г.					5	123
Консульт.								
Зав. Каф.		Рудаченко А.В.						
						<b>НИ ТПУ гр. 2БМ4Б</b>		

кили торосистых образований. Они могут создавать как динамические, так и статические нагрузки на подводные трубопроводы и вызывать их повреждения. Динамические нагрузки возникают во время дрейфа ледяных полей при воздействии на трубопровод килей торосов, осадка которых соизмерима с глубиной моря. Статические нагрузки возникают в результате формирования стамух непосредственно над трубопроводом.

Подводные трубопроводы, построенные в Российском и Казахском секторах Северного Каспия, проложены без заглубления в грунт. Результат долго не заставил себя ждать: в зимний сезон 2012-2013 годов подвижки и наслоение льдин, толщина которых достигала нескольких десятков сантиметров, привели к аварии на нефтепромысле «Кашаган» в Казахском секторе Северного Каспия, где льдом были повреждены четыре нитки трубопровода, проложенного по дну без заглубления, а на нефтепромысле им. Ю. Корчагина был поврежден трубопровод, идущий с ЛСП-1 до ПНХ

Актуальность: Исследование влияния ледяных образований и оценки взаимодействия морских трубопроводов с грунтами со слабыми прочностными свойствами является необходимым условием проектирования, строительства и эксплуатации сооружений на шельфе Каспийского морей.

Цель: Изучить влияние негативных факторов на проложенные подводные трубопроводы на шельфе Каспийского моря и определить подходящую технологию и технические средства для оптимального расположения конструкции трубопровода под водой.

Задачи:

Исследовать влияние ледовых образований на шельфе Каспийского моря.

Изучить изменение напряжений в стенке трубопровода в зависимости от глубины заглубления и определить оптимальную глубину заложения трубопровода.

Выбрать подходящую технологию для заглубления морских трубопроводов.

					Введение	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Заключение

1. На основании собранной информации по акватории северного Каспия, были изучены применяемые технологии строительства, нормы проектирования и были определены основные причины аварийности подводных трубопроводов

2. Проанализирована ледовая обстановка региона, влияние различных типов ледовых образований на морское дно и сооружения



5. Экономический эффект от использования отечественного оборудования для строительства магистрального нефтепровода на месторождении Карайская составит ██████████, срок окупаемости трубозаглубительной установки 67 дней.

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		118

### Список используемой литературы:

1. Проектирование и строительство подводных трубопроводов / С.И. Левин.- М.: Гостоптехиздат, 1960.-334 с.
2. ОТТ-16.01-60.30.00-КТН-002-1-05. Переходы магистральных нефтепроводов через водные преграды. Общие технические требования к проектированию.
3. СНиП II-45-75 Магистральные трубопроводы;
4. Капитальный ремонт магистральных трубопроводов / В.А. Березин, К.Е. Ращепкин и др.- М.: Недра, 1978.-364 с.
5. Изоляционные материалы и покрытия для нефтепроводов и резервуаров. Каталог / Журнал ЛКМ. – 1988.-192 с.
6. К.А. Забела, В.А. Красков, В.М. Москвич, А.Е. Сощенко. Безопасность пересечений трубопроводами водных преград / Под общей ред. К.А. Забелы.- М.: «Недра – Бизнесцентр», 2001.-195 с.
7. П.И. Тугунов, В.Ф. Новоселов и др. Транспорт и хранение нефти и газа. - М.: Недра, 1975г.
8. В. Д. Белоусов В. А., Э.М. Блейхер и др. Трубопроводный транспорт нефти и газа. – М.: Недра, 1978.
9. Л.А. Бабин, П.Н. Григоренко, Е.Н. Ярыгин. Типовые расчеты при сооружении трубопроводов.- М.: Недра, 1995. – 246 с.
- 10.Н.В. Крепша, Ю.Ф. Свиридов. Безопасность жизнедеятельности: Метод указания. Томск.- Изд. ТПУ, 2002.-35 с.
- 11.СНиП 2.05.06-85\*. Магистральные трубопроводы;
- 12.СНиП III-42-80\*. Магистральные трубопроводы;
- 13.СНиП 12-01-2004. Организация строительного производства;
- 14.СНи 3.01.04-87. Приёмка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения;
- 15.СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Общие требования». Часть I;
- 16.СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Строительное производство». Часть II;
- 17.ВСН 004-88/Миннефтегазастрой «Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Технология и организация»;
- 18.ВСН 006-89/Миннефтегазастрой «Строительство магистральных трубопроводов. Сварка»;
- 19.ВСН 008-88/Миннефтегазастрой «Строительство магистральных трубопроводов. Противокоррозионная и тепловая изоляция»;
- 20.ВСН 010-88/Миннефтегазастрой «Строительство магистральных трубопроводов. Подводные переходы»;
- 21.ВСН 011-88/Миннефтегазастрой «Строительство магистральных трубопроводов. Очистка полости и испытание»;
- 22.ВСН 014-89/Миннефтегазастрой «Строительство магистральных трубопроводов. Охрана окружающей среды»;

- 23.Правила охраны магистральных трубопроводов, утверждёнными постановлением Госгортехнадзора России от 24 апреля 1992г., №9;
- 24.ВСН 179-85 «Инструкция по рекультивации земель при строительстве трубопроводов»;
- 25.СП 108-34-97. Свод правил по сооружению магистральных газопроводов. «Сооружение подводных переходов»;
- 26.ГОСТ Р 51164-98. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии;
- 27.ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения;
- 28.ГОСТ 17.1.3.3-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения;
- 29.ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования подземных вод;
- 30.ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования;
- 31.ИСО С SR 26000:2011 «Социальная ответственность организации»;
- 32.ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»;
- 33.ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности»;
- 34.ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования»;
- 35.ГОСТ 12.1019-79 «Электробезопасность. Общие требования»;
- 36.ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление»;
- 37.ГОСТ 12.1.038-82 «Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов»;
- 38.ГОСТ 12.4.011-89 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»;
- 39.СНиП 23-03-2003 «Защита от шума»;
- 40.СанПиН 2.2.3.1384-03 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ»;
- 41.ГН 2.2.5.686-98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы»;
- 42.ППБ 01-03 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации»;
- 43.ГОСТ 17.4.3.02-85 «Правила производства земляных работ»;
- 44.ГОСТ 17.5.3.04-83\* «Общие требования к рекультивации земель»;
- 45.СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве»;

46. ПМТ №51 от 18.12.98г «Правила обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты»;
47. ГОСТ 12.4.026-76 «Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные и знаки безопасности»;
48. Постановление Правительства РФ от 11.03.1999 №279 «Об утверждении Положения о расследовании и учете несчастных случаев на производстве»
49. Строительство подводных переходов трубопроводов методом горизонтально-направленного бурения: Учеб. пособие / Ю.И. Спектор, Ф.М. Мустафин, А.Е. Лаврентьев – Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2001. – 208 с.
50. ГОСТ 24346-80 «Вибрация. Термины и определения»
51. ЗАЩИТА ОТ ВИБРАЦИИ: Учеб. пособие / С.Г.Кашина. – Казань:Изд-во Казанского гос. Архитект. – строит.ун-та, 2012. – 133 с.
52. Кулиев И.П. "Основные вопросы строительство нефтяных скважин в море". Азнефтеиздат, Баку, 1958. 374 с.
53. Кулиев И.П., Сафаров Ю.А. "Строительство нефтяных скважин в море". Азнефтеиздат, Баку, 1956. 332 с.
54. Мовсум-заде Э.М. и др. Морская нефть. Трубопроводный транспорт и переработка продукции скважин // под ред. Шаммазова А.М. — СПб.: «Недра», 2006. 192с.
55. Тимофеев Н.С., Кулиев И.П. (Ред.) Нефть и море, Том 2. Труды I Международного конгресса по разработке морских нефтяных месторождений, М.: Недра, 1968. — 320 с.
56. Бородавкин П.П., Березин В.Л., Шадрин О.Б. "Подводные трубопроводы". М.: Недра, 1979.
57. Капустин К.Я., Камышев М.А. "Строительство морских трубопроводов". М.: Недра, 1982. 207 с.
58. Асадуллин А.Р. "Развитие технологий проектирования, строительства и эксплуатации морских газонефтепроводов". Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 2008.
59. Нагимов Р.М. " Снижение опасностей эксплуатации подводных трубопроводов при наличии оголенных и провисающих участков". Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Уфа, 2004.
60. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений

- 61.Р.036-2010. Правила классификации и постройки судов внутреннего и смешанного (река - море) плавания. Часть 3. «Судовые устройства и снабжение»
- 62.ГОСТ 12.1.005—88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
- 63.ГОСТ 31191.1-2004. Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования
- 64.ГОСТ 12.1.012-90. Вибрационная безопасность. Общие требования
- 65.Проект строительства морского газопровода «Nord Stream». том 8 Охрана окружающей среды. Отчёт. Москва – 2008.-903 с.
- 66.Лаврентьева А.Н. " Разработка методики оценки технологических рисков при строительстве морских трубопроводов ". Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 2015.
- 67.ГОСТ Р 22.0.02-94: «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий»
- 68.Цивилёв М. Размеры зон разрушений при детонационных взрывах газо- и паровоздушных смесей углеводородных веществ. Гражданская защита, 1995, №11, с. 57-60
- 69.ППБ 01-03 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации»
70. ПБ 08-624-03 Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности
- 71.ПОТ Р О 14000-005-98 «Положение работы с повышенной опасностью организация проведения»
- 72.МУ 4945-88 «Методические указания по определению вредных веществ в сварочном аэрозоле (твердая фаза и газы)»
- 73.СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»
- 74.Огородов С.А. "Рельефообразующая деятельность морских льдов". Диссертация на соискание ученой степени доктора географических наук. Москва, 2014.
- 75.Каталог Royal Wagenborg – характеристика вспомогательного флота. <https://www.wagenborg.com/uploads/bestanden/4ec06ba8-72d7-495f-ac7f-b1922ca2ddcb> (дата обращения 22.05.2016)
- 76.Огородов С.А., Архипов В.В. Экзарация дна Каспийского моря ледяными торосистыми образованиями. Доклады Академии наук: 2010 г, – 403-407 с.
- 77.Свечкопалов А.П. " Разработка технологии изготовления трубных конструкций высокой надежности для подводных трубопроводов". Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 2011
- 78.Степанов П.П. "Оптимизация структуры и свойств сварного соединения толстостенных газопроводных труб класса прочности Х70 для подводных трубопроводов". Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 2011

79. Paul Barrette «Offshore pipeline protection against seabed gouging by ice: An overview». Cold Regions Science and Technology: 2011, Pages 3–20
80. Liquan Wang «Rigid dynamic performance simulation of an offshore pipeline plough». Ocean Engineering: 2015, Pages 51–60
81. M.I. Abdou, Hesham Abuseda «Upgrading offshore pipelines concrete coated by silica fume additive against aggressive mechanical laying and environmental impact». Egyptian Journal of Petroleum: 2015, Pages 1–7
82. Nikzad Nourpanah, Farid Taheri «Development of a reference strain approach for assessment of fracture response of reeled pipelines». Engineering Fracture Mechanics: 2010, Pages 2337–2353
83. Robert O’Grady «Localised assessment of pipeline integrity during ultra-deep S-lay installation». Ocean Engineering: 2013, Pages 27–37
84. Senthil Ba, R Panneer Selvam «Dynamic Analysis of a J-lay pipeline Procedia Engineering: 2015, Pages 730–737
85. Feng Yuana, Mark F. Randolph «Refined analytical models for pipe-lay on elasto-plastic seabed». Applied Ocean Research: 2014, Pages 292–300
86. Lizhong Wang, Ruowei Shi «Global buckling of pipelines in the vertical plane with a soft seabed». Applied Ocean Research: 2011, Pages 130–136
87. Shunfeng Gong «Buckle propagation of offshore pipelines under external pressure». Marine Structures: 2012, Pages 115–130
88. [http://www.dp.ru/a/2016/03/18/Lukoil\\_nameren\\_potratit/](http://www.dp.ru/a/2016/03/18/Lukoil_nameren_potratit/) (дата обращения 22.05.2016)
89. В. Ф. Абсалямова, Конструктивные и технологические особенности морских подводных трубопроводов, материалы X Международной учебно-научно-практической конференции Уфа, 2015 г.
90. ГОСТ Р 54382-2011 «Национальный стандарт Российской Федерации. Нефтяная и газовая промышленность. Подводные трубопроводные системы. Общие технические требования»;
91. СТО Газпром 2-3.7-380-2009 «Инструкция по технологии сварки морских газопроводов»
92. И.С. Джафаров Шельф, его изучение и значение для поисков и разведка нефти и газа. - СПб: Недра, 2005г.-384 с.
93. Огородов С.А., Архипов В.В. «Экзарация дна Каспийского моря торосистыми образованиями», Доклады академии наук, 2010, том 432, № 3, с. 403–407
94. <http://flagma.ru/karerny-stroitelny-pesok-so1234516-1.html> (дата обращения 22.05.2016)
95. [https://topensea.en.alibaba.com/product/60148005704-209680973/concrete\\_pipe\\_coating\\_with\\_best\\_quality\\_china\\_factory\\_.html](https://topensea.en.alibaba.com/product/60148005704-209680973/concrete_pipe_coating_with_best_quality_china_factory_.html) (дата обращения 22.05.2016)
96. ВСН 452-84 Производственные нормы расхода материалов в строительстве. Сварка трубопроводов из легированных сталей,

- автоматическая сварка под флюсом листовых конструкций, сварка стержней арматуры и закладных деталей, газовая резка
- 97.<http://www.akti.ru/katalog/elektrody-svarochnye/uoni/> (дата обращения 22.05.2016)
- 98.<http://www.stroy.megasklad.ru/page866573> (дата обращения 22.05.2016)
- 99.Каталог компании «Новые технологии», 2014 г.
100. Обоснование инвестиций в обустройство газового месторождения Каменномысское-море том 16 Часть Морские объекты обустройства, Подольск, 2012 г.,-345с.