

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

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)  
 Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»  
 Профиль «Надежность и долговечность газонефтепроводов и хранилищ»  
 Отделение нефтегазового дела

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
«Определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов дожимной насосной станции»

УДК 622.276.8.054:620.17(571.122)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ6Б	Травков А.Ю.		14.05.2018

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД ИШПР	Антропова Н.А.	к.г.-м.н., доцент		14.05.2018

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ОСГН ШБИП	Макашева Ю.С.			14.05.2018

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ООД ШБИП	Немцова О.А.			14.05.2018

Консультант-лингвист

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ ШБИП	Коротченко Т.В.	к.ф.н., доцент		14.05.2018

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Бурков П.В.	д.т.н, профессор		14.05.2018

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

по Основной образовательной программе подготовки магистров  
по направлению **21.04.01 «Нефтегазовое дело»**

Профиль подготовки: *Надежность газонефтепроводов и хранилищ*

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
<b><i>В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</i></b>		
<b><i>Общие по направлению подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»</i></b>		
P1	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
P2	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
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P3	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
P4	<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
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
P5	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
<i>в области проектной деятельности</i>		
P6	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</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; (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е)

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
	<i>экономическую эффективность</i>	
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P7	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя команды, умение формировать задания и оперативные планы всех видов деятельности, распределять обязанности членов команды, готовность нести ответственность за результаты работы	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; (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е)
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности; активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию и защищать результаты инженерной деятельности	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; (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е)
<b>Профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»</b>		
P9	Организация технологического сопровождения планирования и оптимизации потоков углеводородного сырья и режимов работы технологических объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.008 Специалист по диспетчерско-технологическому управлению нефтегазовой отрасли</i>
P10	Организация ТОиР, ДО нефте- и газотранспортного оборудования	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.013 "Специалист по эксплуатации газотранспортного оборудования"</i>
P11	Повышение надежности, долговечности, эффективности газотранспортного оборудования	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального стандарта 19.013 "Специалист по эксплуатации газотранспортного оборудования"</i>

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

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)  
 Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»  
 Профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»  
 Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП ОНД ИШПР  
 \_\_\_\_\_ Бурков П.В.  
 (Подпись)     (Дата)     (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ6Б	Травкову Алексею Юрьевичу

Тема работы:

«Определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов дожимной насосной станции»

Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 19.04.2018 г. №2736/с
---	--------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2018г.
--	--------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p style="text-align: center;"><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>Объект исследования: линейная часть технологических трубопроводов</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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Обзор литературы по исследуемой проблемной области;</li> <li>– Изучение методов определения технического состояния;</li> <li>– Систематизация и структуризация данных для формирования интеллектуальной системы; <ul style="list-style-type: none"> <li>– Формирование характеристического и классификационного признаков пространства для разрабатываемой интеллектуальной системы в области диагностики технического состояния;</li> </ul> </li> <li>– Выявления различного рода закономерностей влияющих на принятие решения о способе диагностики и методе ремонта;</li> </ul>
<p><b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Макашева Ю.С., ассистент ОСГН ШБИП
«Социальная ответственность»	Немцова О.А., ассистент ООД ШБИП
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: реферат</b></p>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	01.02.2018
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД ИШПР	Антропова Н.А.	К.Г.-М.Н., доцент		01.02.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ6Б	Травков Алексею Юрьевич		01.02.2018

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2БМ6Б	Травкову Алексею Юрьевичу

<b>Институт</b>	<b>Природных ресурсов</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Транспорта и хранения нефти и газа</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	21.04.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Сметная стоимости проведения диагностики линейной части трубопроводов</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Государственные сметные нормативы, Постановление правительства РФ от 1 января 2002 года №1 « о классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы»</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений.</i>	<i>Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%</i>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Расчет эксплуатационных затрат при диагностике линейной части трубопровода</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Линейный график выполнения работ</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет экономической эффективности диагностики трубопровода методом сплошного сканирования</i>

**Перечень графического материала**

1. *Оценка готовности проекта к коммерциализации*
2. *Матрица SWOT*
3. *График проведения НИ*
4. *Расчет затрат на проведение мероприятий по диагностике технического состояния трубопровода.*

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

--	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ШБИП	ОСГН Макашева Юлия Сергеевна			02.03.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ6Б	Травков Алексей Юрьевич		02.03.2018

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ6Б	Травкову Алексею Юрьевичу

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Транспорта и хранения нефти и газа
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	21.04.01 «Нефтегазовое дело» профиль <u>«Надежность газонефтепроводов и хранилищ»</u>

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Линейная часть технологических трубопроводов, расположенных на Самотлорском нефтяном месторождении и методы определения технического состояния
--	--

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>	<p>Выявленные вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отклонение показателей климата на открытом воздухе;</li> <li>– повышенная загазованность воздуха рабочей среды;</li> <li>– физические и нервно-психические перегрузки</li> <li>– повреждения в результате контакта с животным, насекомыми</li> </ul> <p>Выявленные опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– электрический ток;</li> <li>– острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов;</li> <li>– пожаро-взрывоопасность;</li> <li>– движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования;</li> </ul>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу</li> </ul>	<p>Неблагоприятное влияние на экологию в процессе эксплуатации и диагностики технологических трубопроводов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– загрязнение атмосферного воздуха вследствие выбросов выхлопных газов и</li> </ul>



<p>(сбросы);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>паров нефти;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– загрязнение водных ресурсов и нанесение вреда рыбному хозяйству;</li> <li>– механическое нарушение почвенного покрова и грунтов;</li> </ul>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p>Возможные ЧС: аварийные разливы нефти и выбросы газа, взрывы, пожары, разрывы нефтепровода в процессе гидроиспытаний, транспортные аварии, затопление прибрежной территории, шквальные ветра, ливневые дожди, заморозки и др.</p>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Вопросы по безопасной эксплуатации трубопровода представлены в приказе Ростехнадзора от 27.12.2012 N 784 "Об утверждении Руководства по безопасности "Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов";</p> <p>Компоновка рабочей зоны: устройство подъездных дорог и переездов, мест отвалов грунта, хранения отходов, складирования материалов и пр.</p>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ООД ШБИП	Немцова Ольга Александровна			14.03.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ6Б	Травков Алексей Юрьевич		14.03.2018

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

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)  
 Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»  
 Профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»  
 Уровень образования магистр  
 Отделение нефтегазового дела  
 Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2018
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
21.02.2018	<i>Общие сведения об объекте и методах исследования</i>	10
01.03.2018	<i>Анализ методов диагностики линейной части трубопровода</i>	15
16.03.2018	<i>Применение прикладной интеллектуальной системы для определения технического состояния трубопровода</i>	15
16.04.2018	<i>Финансовый менеджмент</i>	15
26.04.2018	<i>Социальная ответственность</i>	15
01.05.2018	<i>Раздел на иностранном языке</i>	10
10.05.2018	<i>Заключение</i>	5
15.05.2018	<i>Презентация</i>	15

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД ИШПР	Антропова Н.А.	к.г.н.-м.н., доцент		01.02.2018

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Бурков П.В.	д.т.н, профессор		01.02.2018

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 88 с., 18 рис., 15 табл., 54 источника, 2 прил.

*Ключевые слова:* диагностика, техническое состояния, методы неразрушающего контроля, экспертиза промышленного состояния, опасный производственных объект, матричная модель, матрица описания, матрица различений, представления данных и знаний, закономерности, интеллектуальная система.

*Объект исследования:* линейная часть технологических трубопроводов.

*Цель работы:* определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов с использованием прикладных интеллектуальных систем, формирования матричной модели представления данных и знаний для выявления закономерностей о техническом состоянии в зависимости от параметров трубопровода, гидродинамики транспортируемого в нём вещества, а также влияния гидрологических, аэрологических и атмосферных воздействий, направленное на повышение эффективности процесса определения технического состояния, формирования прогнозов о состоянии трубопровода.

В процессе исследования рассмотрены методы чистки трубопровода, внутритрубная диагностика, методы неразрушающего контроля, методы диагностики трубопроводов, экспертиза промышленной безопасности опасных производственных объектов. Предлагается конструирование интеллектуальной системы диагностики технического состояния трубопровода на основе интеллектуального инструментального средства ИИС ИМСЛОГ.

В результате исследования был произведен сравнительный анализ методов диагностики трубопровода. Впервые предложено использование матричной модели представления данных и знаний в области обеспечения надежности и безопасности при транспортировке нефти и нефтепродуктов и конструирование прикладной интеллектуальной системы диагностики технического состояния трубопровода на основе ИИС ИМСЛОГ. Сформировано характеристическое и классификационное признаковое пространство для исследуемой проблемной области.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: технология и организация выполнения работ, подготовительные работы, работы с системами неразрушающего контроля и т.д.

*Область применения:* Нефте и газотранспортные предприятия

					Определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов дожимной насосной станции			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Травков А.Ю.			Реферат	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.					1	88
Консульт.						Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ6Б		
Рук-ль ООП		Бурков П.В.						

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

### Нормативные ссылки

Нормативно правовая база:

ГОСТ Р 56542-2015 «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов»

ГОСТ Р 55809-2013 «Контроль неразрушающий. Дефектоскопы ультразвуковые. Методы измерений основных параметров»

РД 39-132-94 «Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов»

ГОСТ Р 55611-2013 «Контроль неразрушающий вихретоковый. Термины и определения»

ГОСТ Р 55614-2013 Контроль неразрушающий. Толщиномеры ультразвуковые. Общие технические требования

ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые

ГОСТ Р 55725-2013 «Контроль неразрушающий. Преобразователи ультразвуковые пьезоэлектрические. Общие технические требования».

ГОСТ Р 55809-2013 «Контроль неразрушающий. Дефектоскопы ультразвуковые. Методы измерений основных параметров».

Федеральный закон № 116-ФЗ от 21 июля 1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Приказ № 101 от 12 марта 2013 года Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности».

Приказ № 538 от 14 ноября 2013 года об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов дожимной насосной станции			
Разраб.		Травков А.Ю.			Определения, обозначения, сокращения нормативные ссылки	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.					2	88
Консульт.						Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ6Б		
Рук-ль ООП		Бурков П.В.						

Руководство по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» (утв. приказом федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 784 от 27 декабря 2012 года).

ОСТ 153-39.4-010-2002 «Методика определения остаточного ресурса нефтегазопромысловых трубопроводов головных сооружений».

РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю»

РД 13-03-2006 «Методические рекомендации о порядке проведения вихретокового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах

РДИ 38.18.017-94 «Инструкция по магнитопорошковому контролю оборудования и сварных соединений».

ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования (с Изменениями N 1, 2)

ГОСТ Р 56512-2015 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. Типовые технологические процессы

П1-01.05 С-0038 «Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке промысловых трубопроводов на объектах ОАО «НК «РОСНЕФТЬ» и его дочерних обществ»

П1-01.05 ТИ-0023 Технологическая инструкция компании «Оценка технического состояния промысловых трубопроводов ОАО «Роснефть» и его дочерних обществ» с изменениями, внесенными приказом ОАО «НК «Роснефть» от 24.07.2014 № 350,

### **Основные понятия и определения**

**авария:** разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ.

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

**давление номинальное:** наибольшее избыточное давление, при котором обеспечивается заданный срок службы арматуры и деталей трубопровода (МПа, кгс/см<sup>2</sup>).

**давление рабочее:** максимальное внутреннее избыточное или наружное давление, возникающее при нормальном протекании рабочего процесса (МПа, кгс/см<sup>2</sup>).

**инцидент:** отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонение от режима технологического процесса.

**отвод:** деталь трубопровода, обеспечивающая изменение направления потока транспортируемого вещества.

**отказ:** прекращение выполнения функций оборудования по причине выхода из строя его отдельных узлов и деталей.

**переход:** фасонная деталь трубопровода, предназначенная для расширения или сужения потока транспортируемого вещества; в зависимости от способа изготовления переходы подразделяются на бесшовные, вальцованные и лепестковые.

**тройник:** фасонная деталь трубопровода для слияния или деления потоков транспортируемого вещества под углом от 45° до 90°; в зависимости от способа изготовления тройники подразделяются на бесшовные, сварные и штамповарные.

**трубопровод:** сооружение из труб, деталей трубопровода, арматуры, плотно и прочно соединенных между собой, предназначенное для транспортирования газообразных и жидких продуктов.

**трубопроводная арматура:** техническое устройство, устанавливаемое на трубопроводах, оборудовании и емкостях и предназначенное для управления потоком рабочей среды посредством изменения площади проходного сечения.

**участок трубопровода:** часть технологического трубопровода, как правило, из одного материала, по которому транспортируется вещество при

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

постоянных давлении и температуре. При определении участка трубопровода в его границах для одного номинального прохода должна быть обеспечена идентичность марок арматуры, фланцев, отводов, тройников и т.п.

**фасонная деталь:** часть трубопровода, предназначенная для соединения отдельных его участков с изменением или без изменения направления или проходного сечения и изготовленная из материала одной марки.

**чрезвычайная ситуация:** Обстановка, сложившаяся на определенной территории или акватории в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

**Образ:** подмножество объектов базы знаний с совпадающими значениями классификационных признаков. Каждому образу сопоставлен номер.

**Матрица описаний (Q):** матрица, задающая описание обучающих объектов в пространстве характеристических признаков.

**Матрица различений (R):** матрица, задающая разбиение объектов на классы эквивалентности по каждому механизму классификации.

**Матрица образов R':** одностолбцовая матрица элементами которой являются номера образов.

**Константные признаки:** принимающие одно и тоже значение для всех образов.

**Устойчивые признаки:** константные внутри образа, но не являющиеся константными.

**Неинформативные признаки:** не различающие ни одной пары объектов.

**Альтернативные признаки:** одинаково влияющие на принятие решения.

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

**Зависимые признаки:** в смысле включения подмножеств различных пар объектов.

**Несущественные признаки:** не входящие ни в один безызбыточный диагностический тест.

**Обязательные признаки:** входящие во все ББДТ.

**Псевдообязательные признаки:** входящие в множество используемых при распознавании ББДТ и не являющиеся обязательными.

**Отказоустойчивые признаки:** признаки, устойчивые к ошибкам измерения.

**Сигнальные признаки:** сигнальные признаки первого и второго рода.

**Диагностический тест (ДТ):** совокупность признаков, различающих объекты из разных образов (классов).

**Безызбыточный диагностический тест:** диагностический тест, содержащий безызбыточное количество признаков.

**Безусловный диагностический тест:** диагностический тест, использующий одновременно все признаки при принятии решений

**Смешанный диагностический тест:** диагностический тест, представляющий оптимальное сочетание безусловной и условных составляющих.

**Безусловно безызбыточный диагностический тест:** безызбыточные подмножества признаков, различающие любые пары объектов, принадлежащих разным образам.

**Отказоустойчивый диагностический тест:** диагностический тест, устойчивый к заданному числу ошибок измерения (занесения) значений признаков.

#### **Обозначения и сокращения**

ДНС – дожимная насосная станция;

ГВС – газовойоздушная среда;

ГГ – горячие газы;

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6



ГЖ – горючие жидкости;  
 КИП – контрольно-измерительный пункт;  
 КЛ – кабельная линия электропередач;  
 ЛВЖ – легковоспламеняющиеся жидкости;  
 НГ – негорючие вещества;  
 НГС – нефтегазовый сепаратор;  
 НПС – нефтеперекачивающая станция;  
 РД – руководящий документ;  
 РЭ – руководство по эксплуатации;  
 СИЗ – средства индивидуальной защиты;  
 ССБТ – система стандартов безопасности труда;  
 СУГ – сжиженные углеводородные газы;  
 СЭС – санитарно-эпидемиологическая служба;  
 ТУ – техническое условия;  
 УЗК – ультразвуковой контроль;  
 УЗД – ультразвуковая дефектоскопия;  
 ЧС – чрезвычайная ситуация;  
 ИС – интеллектуальная система;  
 ИИС – интеллектуально инструментальное средство;  
 ЭХЗ – электрохимическая защита.

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

## Оглавление

Введение.....	19
Обзор литературы.....	23
1. Объекты и методы исследования .....	24
2. Анализ методов определения технического состояния трубопроводов .....	26
2.1 Анализ документации.....	26
2.2 Проведение очистки .....	27
2.3 Обследования геометрических параметров трубопровода. Пропуск диагностического снаряда.....	33
2.4 Методы неразрушающего контроля. ....	41
3. Конструирование интеллектуальной системы для диагностики технического состояния трубопровода.....	53
3.1 Матричное представление данных и знаний. Выявление закономерностей. .....	53
3.2 Структуризация данных и знаний. Иллюстрирующий пример данных и знаний по диагностике технического состояния трубопровода .....	53
4. Результаты проведенного исследования .....	54
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	55
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	55
5.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	57
6.1 Производственная безопасность .....	65
6.2 Экологическая безопасность.....	72
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	76
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	79
Заключение .....	82
Список публикаций студента.....	84
Список Литературы.....	86
Приложение А .....	92
Приложение Б.....	93

					Определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов дожимной насосной станции			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Травков А.Ю.			Оглавление	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.					8	88
Консульт.						Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ6Б		
Рук-ль ООП		Бурков П.В.						

## Введение

Интеллектуальный анализ данных и Машинное обучение уже давно вышли из чисто научного окружения и перешли непосредственно в бизнес: на данный момент существует большое количество компаний, планирующие свое развитие на основе машинного обучения и интеллектуального анализа данных. Безусловно, разработка интеллектуальных систем диагностики технического состояния трубопровода, актуально направление в целях обеспечения надежности и безопасности при транспортировке нефти и нефтепродуктов. Эти исследования включены в приоритетное направление инновационного развития нефте- и газодобывающих компаний. Правильно подобранный метод диагностики технического состояния, точное определение остаточного ресурса, обоснованное составление плана-графика производства работ на трубопроводе, а также формирование прогнозов дефектов и отказов и поведения трубопровода в целом позволяет избежать ряда проблем, к которым относятся, инциденты, аварии, остановки в процессе транспортировки углеводородов и исключить нежелательные финансовые затраты [1-4].

Для принятия и обоснования решения по выбору метода диагностики технического состояния предлагается использовать тестовые методы распознавания образов и создать на их основе интеллектуальную систему (ИС) по диагностике технического состояния трубопровода (ДТСТ), предназначенную для выявления различного рода закономерностей между параметрами, влияющими на техническое состояние трубопровода. Для конструирования ИС ДТСТ целесообразно использовать, разработанное в лаборатории интеллектуальных систем ТГАСУ, интеллектуальное инструментальное средство (ИИС) ИМСЛОГ, на базе которого разработано более 30 ИС для решения различного рода задач в междисциплинарных и

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов дожимной насосной станции			
Разраб.		Травков А.Ю.			Введение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.					9	88
Консульт.						Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ6Б		
Рук-ль ООП		Бурков П.В.						

проблемных областях, таких как геология, психология, дорожное районирование, медицина, экология и ряд других областей [5–19].

**Актуальность** проводимых магистрантом исследований подтверждается информацией приведенной в паспорте программ инновационного развития (ПИР) ПАО «Транснефть» на период 2017-2021 годов. Согласно пункту 2 ПИР «Цели и ключевые показатели эффективности инновационного развития ПАО «Транснефть»» [20]. Целями ПИР ПАО «Транснефть» являются:

- повышения качества услуг по транспортировке нефти и нефтепродуктов, включая обеспечение надежности и безопасности;
- повышение энергоэффективности деятельности Компании;
- повышение экологичности деятельности Компании.

А также согласно пункту 4 «Ключевые инновационные проекты ПАО «Транснефть» на период 2017-2021 гг.»:

- разработка и внедрение системы мониторинга технического состояния магистральных трубопроводов;
- надежность и эксплуатация линейной части магистральных нефтепроводов;
- системы безопасности объектов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов.

**Целью** работы является определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов с использованием прикладных интеллектуальных систем, формирования матричной модели представления данных и знаний для выявления закономерностей о техническом состоянии в зависимости от параметров трубопровода, гидродинамики транспортируемого в нём вещества, а также влияния гидрологических, аэрологических и атмосферных воздействий, направленное на повышение эффективности процесса определения технического состояния, формирования прогнозов о состоянии трубопровода

					Введение	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие **задачи**:

- Исследование особенностей территории и области в целом.
- Изучение методов определения технического состояния.
- Систематизация и структуризация данных для формирования интеллектуальной системы.
- Формирование характеристического и классификационного признакового пространства для разрабатываемой интеллектуальной системы в области диагностики технического состояния.
- Применение матричной модели представления данных и знаний для решения задачи определения технического состояния;

**Научная новизна:**

1. Впервые предложено использование матричной модели представления данных и знаний в области обеспечения надежности и безопасности при транспортировке нефти и нефтепродуктов;

2. Предложено конструирование прикладной интеллектуальной системы диагностики технического состояния трубопровода на основе ИИС ИМСЛОГ;

3. Сформировано характеристическое признаковое пространства и предложена классификация признаков;

3. Выявление различного рода закономерности об изменениях технического состояния линейной части технологического трубопровода в зависимости от параметров трубопровода, гидродинамики транспортируемого в нём вещества, а также влияния окружающей среды, с последующим принятием диагностического решения.

5. На основе полученных данных о состоянии трубопровода, конструируемая ИС позволит сформировать прогноз о состоянии трубопровода, наличии опасных дефектов, возможных отказах и т.п., а также рекомендовать наиболее целесообразные и эффективные действия по результатам проверки выявить, принять оптимальное решение.

### **Практическая значимость:**

Конструируемая интеллектуальная система позволяет интерпретировать результаты физических методов исследования в терминах технического состояния, оперативно и при меньших стоимостных затратах продиагностировать состояние трубопровода, определить наиболее эффективные, оптимальные мероприятия по результатам диагностики технического состояния. Это позволит компании, обслуживающей трубопровод, оперативно реагировать на любые изменения в нём при принятии диагностических решений по диагностике технического состояния и исключению возможных отказов и аварийных ситуаций.

Интеллектуальная система диагностики технического состояния может быть применена на предприятиях, а также использована в целях обучения специалистов в области обеспечения надежности и безопасности трубопроводного транспорта.

					Введение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

## Обзор литературы

Обзор литературы представляет собой изучение и анализ нормативно технической документации знание и соблюдения правил которой необходимы при экспертизе промышленной безопасности. а именно руководство по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» (утв. приказом федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 784 от 27 декабря 2012 года), ГОСТ 32569-2013 «Трубопроводы технологические стальные. Требования к устройству и эксплуатации на взрывопожароопасных и химически опасных производствах», РД 39-132-94 «Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов», Федеральных норм и правилах в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (утв. приказом № 101 от 12 марта 2013 года (с изменениями от 31 декабря 2014 года)) и другие нормативные документы. Практическая часть на основе анализа статей конференций и журналов по интеллектуальным системам и средствам когнитивной графики Yankovskaya A.E. IMSLOG-2002 Software Tool for Supporting Information Technologies of Test Pattern Recognition/ A.E. Yankovskaya, A.I. Gedike, R.V. Ametov, A.M. Bleikher// Pattern Recognition and Image Analysis, Yankovskaya A.E. On the Question of the Development and Application of Intelligent Biomedical Systems/ A.E. Yankovskaya, N.N. Il'inskikh, Yankovskaya A.E. An Automaton Model, Fuzzy Logic, and Means of Cognitive Graphics in the Solution of Forecast Problems/ A.E. Yankovskaya, Rocher G. Real-time Recognition of ECG by Using Powerful Information and Communication Technology for Intelligent Monitoring of Risk Patients/ G. Rocher, A. Brattstrum, S. Gho, F. Francenson, H. Hintricus, R. Mauser, M. Packianather, G. Pogrzeba, A. Yankovskaya, V. Zvegintsev, Yankovskaya A.E. IMSLOG-2002 Software Tool for Supporting Information Technologies of Test Pattern Recognition/ A.E. Yankovskaya, A.I. Gedike, R.V. Ametov, A.M. Bleikher, Ryumkin A. Intelligent Expansion of the Geoinformation System/ A. Ryumkin, A. Yankovskaya, Yankovskaya A.E., Chernogoryuk G.E., Muratova E.A. Intelligent Test Recognizing Biomedical System и другие.

					Определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов дожимной насосной станции			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Травков А.Ю.			Обзор литературы	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.					13	88
Консульт.						Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ6Б		
Рук-ль ООП		Бурков П.В.						

## 1. Объекты и методы исследования

Проводимые научные исследования, производились на трубопроводах принадлежащим Самотлорскому месторождению, расположенному на территории Ханты-Мансийского автономного округа.

Климатические и физико-географическими условиями эксплуатации технологического трубопровода представляют важную информацию для определения технического состояния.

Трасса трубопровода располагается в климатическом районе 1Д по СНиП 23-01-99\* и относится к зоне нормальной влажности.

Климат района умеренно континентальный основными признаками которого являются холодная и продолжительная зима, теплое, но непродолжительное лето, резкие колебания температуры в течении года, месяца и даже суток. Продолжительность зимнего периода семь месяцев.

Абсолютный минимум температуры минус 55 °С, абсолютный максимум плюс 35 °С. Среднегодовое количество осадков – 482 мм, средняя высота снежного покрова – 70 см. Глубина промерзания грунта до двух метров на открытой местности и до одного метра в лесу. Влажность воздуха до 80%. Большое количество осадков и слабое испарение создают благоприятные условия для образования болот и озер.

Исследование проводились в рамках учебного плана образовательной программы магистратуры 21.04.01 «Нефтегазовое дело».

**Методы исследования.** Методы используемы в теоретической части по большей части представленные методами эмпирического уровня, наблюдение, сравнение, измерение, опрос. В практическая части использовались методы распознавание образов, искусственный интеллект, когнитивная графика.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов дожимной насосной станции		
Разраб.		Травков А.Ю.			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.				14	88
Консульт.					Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ6Б		
Рук-ль ООП		Бурков П.В.					
					Объекты и методы исследования		



## Вывод по главе 1

При формировании характеристического признакового пространства для конструируемой интеллектуальной системы необходимо учитывать влияние гидрологических, аэрологических и атмосферных воздействий обусловленных физико-географическими и климатическими условиями эксплуатации технологического трубопровода. Эксплуатация трубопровода в сложных климатических условиях увеличивает вероятность возникновения дефектов, типа коррозии, отказов или нежелательных аварий. Болотистая местность в комплексе с высокой влажностью, представляющие собой достаточно агрессивные среды для металла трубопровода, способствуют повышению вероятности возникновения и распространения дефектов, по типу коррозий, что требует дополнительных временных и финансовых ресурсов для обнаружения и устранения.

					Объекты и методы исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

## 2. Анализ методов определения технического состояния трубопроводов

Определение технического состояния линейной части технологического трубопровода методами диагностики является одной из частей экспертизы промышленной безопасности. Экспертиза промышленной безопасности проводится с целью – определение соответствия технологических трубопроводов предъявляемым к ним требованиям промышленной безопасности, установленных в руководстве по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» (утв. приказом федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 784 от 27 декабря 2012 года), ГОСТ 32569-2013 «Трубопроводы технологические стальные. Требования к устройству и эксплуатации на взрывопожароопасных и химически опасных производствах», РД 39-132-94 «Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов», Федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (утв. приказом № 101 от 12 марта 2013 года (с изменениями от 31 декабря 2014 года)) и других нормативных документах, указанных в перечне использованных при экспертизе промышленной безопасности нормативных правовых актов в области промышленной безопасности, а так же определение возможности и условий дальнейшей эксплуатации.

### 2.1 Анализ документации

Анализ документации представляет собой, безусловно, одну из важных частей в процессе проведения экспертизы промышленной безопасности. Предметом анализа является проектная, исполнительная и эксплуатационная документация, а также вся информация передаваемая экспертной организации. Целью анализа является проверка соответствия текущих эксплуатационных параметров трубопроводов требованиям нормативной документации, правильности ведения эксплуатационно-технической документации, а также определение её комплектности. В процессе анализа данных осуществляется сбор данных, необходимых для качественного проведения технического обследования линейной части трубопроводов, а также проводится ознакомление с конструкцией и технологическим режимом работы обследуемых трубопроводов, выявления мест (зон) возможного появления дефектов при эксплуатации, причин и механизма их возникновения, определения мест их расположения.

					Определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов дожимной насосной станции		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Анализ методов определения технического состояния трубопроводов		
Разраб.		Травков А.Ю.			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.				16	88
Консульт.					Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ6Б		
Рук-ль ООП		Бурков П.В.					

## 2.2 Проведение очистки

Весь процесс проведения очистки нефтепромысловых трубопроводов состоит из трех этапов: предварительный, калибровка трубопровода, проведение очистки.

Работы по очистке трубопроводов проводятся с разрешения руководства эксплуатирующей трубопровод организации после прохождения инструктажа по технике безопасности и по противопожарной безопасности.

### 2.2.1 Первый этап: Предварительный

На первом этапе проводится визуальное обследование доступной части трубопровода на местности, а именно:

- Определяются объекты, подлежащие очистке методом поршневания;
- Изучение информации, необходимой для проведения очистки методом поршневания;
- Подготовка к безопасному проведению работ в соответствии с действующими нормативными правилами и нормами по технике безопасности;
- Проводятся камеральные работы: ознакомление и анализ проектной, исполнительной, эксплуатационной, ремонтной (если ремонты ранее проводились) документации. Ознакомлению и анализу так же подлежат все технологические параметры эксплуатации обследуемых трубопроводов, а так же состав транспортируемой среды (производится отбор проб транспортируемого продукта для определения скорости звука). Целью анализа является проверка соответствия значений параметров трубопроводов требованиям технической документации, а так же сбор исходных данных, необходимых для определения возможности пропуска снаряда-дефектоскопа по полости трубопровода;
- Обследование трассы на местности (определение начальных и конечных участков, оценка местности);

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

- Определение состояния и наличия подъездных путей к камерам запуска и приема СОД;
- Обследование камер запуска и приема диагностических снарядов;
- Определение возможности расстановки специализированной техники около камер запуска и приема диагностического снаряда (составление при необходимости схемы расстановки специализированной техники при проведении ВТД);
- Определение планового положения (составление плана трассы). На схеме отражаются наименование трубопровода, диаметры и исполнительные толщины;
- Фотосъемка доступной запорной арматуры трубопровода и камер запуска и приема средств очистки и диагностики;
- Изучение особенностей ситуации прокладки трубопровода и его технической оснащенности, составление фактического плана и профиля трубопровода;
- Поиск оси трубопровода и разбивка трассы по пикетажу под маркерные пункты для установки маркерных систем по заранее согласованному «Плану расстановки маркерных пунктов»;
- Выдача перечня особенностей геометрии трубопровода (в случае выявления), препятствующих пропуску скребка и профилемера;

### **2.2.2 Второй этап: Калибровка трубопровода**

Чистка полости трубопровода проводится с целью доведения внутренней поверхности трубопровода до чистоты, необходимой для обеспечения стабильного акустического контакта между ультразвуковым преобразователем и стенкой трубопровода (исключения негативного влияния отложений (парафин, песок, механические примеси, посторонние предметы) внутри трубопровода на качество собираемых данных о стенке трубопровода во время пропуска диагностического снаряда).

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Для подготовки абсолютно неизвестного трубопровода для проведения ВТД необходимо удостовериться, что диагностические снаряды способны продвигаться внутри трубы без помех.

Первой ступенью является задача обследования при помощи поролоновых поршней (пенополиуретановых) пенных скребков цилиндрической формы с различной плотностью представленные на рисунке 1. Они изготовлены из полиуретана в форме ракет. Пенные скребки показывают, что проход внутри трубы возможен.



**Рисунок 1** – Пенные скребки семигор®-Л2С40-426

Для пропуска пенного скребка рассчитывается скорость снаряда и примерное время прохождения снаряда данного участка трубопровода [21].

Скорость рассчитывается исходя из расхода жидкости по формуле:

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

где  $V$  – скорость потока, она же скорость снаряда, м/с;

$Q$  – расход жидкости, м<sup>3</sup>/с;

$D$  – внутренний диаметр трубопровода, м;

$$V = \frac{4 \times 159}{3,14 \times 0,404^2} = 0,83 \frac{м}{с};$$

Далее производится расчет времени прохождения участка трубопровода, исходя из его длины. Длина данного участка 37,9 км.

$$t = 37900/3013 = 12,6 = 12 \text{ часов } 34 \text{ минуты.}$$

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Расчет необходим для организации работ по приему Пенного скребка, а так же для принятия необходимых мер по его извлечению [21].

В случаях, когда работы на КПОУ не могут производиться или приходится на не рабочее время, устанавливаются специальные «ловушки» для пенного скребка, рисунок 2. «Ловушки» предотвращают «всасывания» паралонника в байпасную линию через тройник.



**Рисунок 2 – Пенный снаряд в «ловушке»**

### **2.2.3 Третий этап: Проведение очистки**

Третий этап – использования чистящих снарядов со скребковыми дисками, рисунок 3. Прижимаясь к внутренней поверхности стены трубы, они способны удалить или «соскоблить» налипшие отложения (парафин, песок, механические примеси, посторонние предметы).



**Рисунок 3 – Чистящий снаряд со скребковыми дисками 16-СКО**

Кроме очистки, необходимо также проверить внутренний диаметр всех трубопроводов. Внутренний диаметр может быть сужен вследствие вмятин или овальности, которые могут привести к застреванию диагностических снарядов.

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Для проверки самого малого внутреннего диаметра каждого трубопровода используются шаблонные пластины, рисунок 4. Шаблонные пластины, устанавливаемые на очистных снарядах, обработаны до требуемого диаметра и изготовлены из алюминия. Как правило, используются шаблонные пластины с диаметрами 90% от внутреннего диаметра трубопровода и минимальным внутренним проходом, который может пройти диагностический снаряд [21].



**Рисунок 4** – Скребок с шаблонной (калибровочной) пластиной 12-СКО

Пропуск снаряда с калибровочной пластины осуществляется после очистки трубопровода до требуемой чистоты с целью снижения риска повреждения калибровочной пластины остатками отложений (парафин, песок, механические примеси, посторонние предметы) в трубопроводе, и, как следствие, получение данных низкого качества о самом большом сужении в полости трубопровода. Степень очистки зависит от диаметра и протяженности трубопровода, но не должна превышать двадцати литров отложений (парафин, песок, механические примеси). Во всех случаях решение об очередном пропуске очистного снаряда или готовности трубопровода к пропуску очистного скребка с калибровочной пластиной принимает ответственный по ВТД.

По состоянию шаблонных пластин после пропуски делается выводы о наименьшем внутреннем диаметре трубопровода, без определения конкретного местоположения. Если диаметр трубопровода в месте сужения слишком мал для свободного прохождения диагностического снаряда, то его

местоположение должно быть определено для производства ремонтных работ. Чтобы определить местоположение сужения необходимо использовать снаряд для определения геометрии (дефектоскоп/профилемер).

Весь процесс пропуска снарядов для чистки полости трубопроводов (за исключением полиуретановых скребков) сопровождается переносным локатором в контрольных точках, определенных на подготовительной стадии.

Отслеживается по контрольным точкам производится прибором Wavetrack. (Рисунок 5)



**Рисунок 5** - Отслеживающий прибор Wavetrack.

Степень очистки для пропуска диагностического снаряда зависит от диаметра и протяженности трубопровода, но не должна превышать одного литра отложений (парафин, песок, механические примеси), а между манжетами очистного снаряда должны отсутствовать вязкие отложения. Во всех случаях решение об очередном пропуске очистного снаряда или готовности трубопровода к пропуску диагностических снарядов принимает ответственный по производству работ по ВТД. На рисунках 6, 7 приведен пример готовности и соответственно неготовности трубопровода к пропуску диагностических снарядов.



**Рисунок 6** – Трубопровод не готов к пропуску диагностических снарядов. Требуется дополнительная чистка трубопровода.

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22





**Рисунок 7** – Трубопровод готов к пропуску диагностических приборов.

Дополнительная очистка трубопровода не требуется.

Только после достижения цели очистки, может быть рекомендовано проведение пропуск диагностического прибора.

Стандартная процедура очистки трубопровода включает в себя:

1. Полиуретановый скребок;
2. Чистящий прибор с дисками-скребками;
3. Чистящий прибор с дисками-скребками и шаблонной пластиной

диаметром минимального внутреннего прохода, достаточного для прохождения инспекционного (дефектоскопа/профилемера) прибора – 90%.

Проведение очистки трубопровода, а также проверка состояния внутренней полости трубопровода, является одним из наиболее важных этапов в процессе диагностики трубопровода. Нарушение процесса проведения очистки трубопровода, не достаточная степень очистки или полное исключение предварительной очистки трубопровода может служить причиной некачественных и (или) недостоверных результатов дальнейшей диагностики, возникновения остановок, аварий, а также стать причиной больших финансовых затрат [21].

### **2.3 Обследования геометрических параметров трубопровода. Пропуск диагностического прибора**

Пропуск прибора-дефектоскопа/профилемера осуществляется с целью сбора данных о состоянии трубопровода, а именно определение участков

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

трубопровода с потерей металла причиной которой является коррозия или задиры, а так же дефектов внутри стенки трубы, такие, как расслоения, включения и дефектов геометрии трубопроводов, таких как вмятины и овальности.

Результатами ультразвукового исследования является измерения толщины стенки по всей окружности трубопровода с определенной дискретностью согласно техническим характеристикам прибора-дефектоскопа/профилемера (таблицы 1 и 2). Диагностический прибор позволяет обнаружить и определить размеры и расположение мест, где произошла потеря металла, причиной которой является коррозия или задиры, а так же дефекты геометрии трубопровода.

Таблица 1 – Технические характеристики UTPiglet® 12'' (325 мм)

Рабочая частота	3,5 МГц
Точность измерения толщины стенки	±0,3 мм (коррозионных участков ±0,5 мм)
Точность определения радиуса	±0,5 мм
Сетка измерения	10 x 10 мм
Минимальный диаметр дефекта	15 мм
Точность измерения размеров длины/ширины	±10 мм
Точность определения дистанции	99 %
Точность измерения по часам	2,5°
Минимальный радиус изгиба	1,25D/90°
Минимальный внутренний диаметр	265 – 323,9 мм
Диапазон контроля толщины стенки	2,0 – 29,4 мм
Возможность работы в реверсивном режиме	Да
Возможность просмотра данных в режиме реального времени (во время пропуска)	Да
Обследование трубопровода (область покрытия)	100 %
Перекачиваемая среда	Однофазная жидкость

Скорость перекачиваемой жидкости при проведении инспекции (максимальная)	≤0,22 м/сек
Максимально рабочее давление	30 бар
Максимальная температура перекачиваемого продукта	40 °С
Вес снаряда-дефектоскопа	80 кг
Длина снаряда-дефектоскопа	1630 мм
Минимальная длина расширения камеры запуска/приема СОД	1700 мм
Время непрерывной работы	36 часов

Таблица 2 – Технические характеристики UTPiglet® 16'' (426 мм)

Рабочая частота	3,5 МГц
Точность измерения толщины стенки	±0,25 мм (коррозионных участков ±0,5 мм)
Точность определения радиуса	±0,5 мм
Сетка измерения	7,5 x 8,1 мм
Минимальный диаметр дефекта	15 мм
Точность измерения размеров длины/ширины	±8 мм
Точность определения дистанции	99 %
Точность измерения по часам	2,2°
Минимальный радиус изгиба	1,25D/90°
Минимальный внутренний диаметр	345 – 406,4 мм
Диапазон контроля толщины стенки	3,0 – 50,8 мм
Возможность работы в реверсивном режиме	Да
Возможность просмотра данных в режиме реального времени (во время пропуски)	Да
Обследование трубопровода (область покрытия)	100 %

Перекачиваемая среда	Однофазная жидкость
Скорость перекачиваемой жидкости при проведении инспекции	$\leq 0,16$ м/сек
Максимально рабочее давление	30 бар
Максимальная температура перекачиваемого продукта	40 °С
Вес снаряда-дефектоскопа	70 кг
Длина снаряда-дефектоскопа	900 мм
Минимальная длина расширения камеры запуска/приема СОД	1000 мм
Время непрерывной работы	36 часов



**Рисунок 8(а)**– Принципиальная схема ультразвукового дефектоскопа/профилемера UTPiglet® 12”



**Рисунок 8(б)**– Фото ультразвукового дефектоскопа/профилемера UTPiglet® 12”

Диагностический снаряд для трубопровода Ø 325 мм, рисунок 8 а, б

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

представляет из себя три геометрических емкости, в которых находятся блок питания, электронные приборы и записывающее устройство, а так же выносной ультразвуковой блок с датчиком. Модуль удерживается в трубопроводе полиуретановыми манжетами, которые позволяют диагностическому снаряду легко проходить через все изогнутые участки, встречающиеся в трубопроводах.

Диагностический снаряд для трубопровода Ø 426 мм представляет из себя одну геометрическую емкость, в которой находятся блок питания, электронные приборы и записывающее устройство, а так же выносной ультразвуковой блок с датчиком, рисунок 9. Модуль удерживается в трубопроводе полиуретановыми манжетами, которые позволяют диагностическому снаряду легко проходить через все изогнутые участки, встречающиеся в трубопроводах.



**Рисунок 9**– Ультразвуковой дефектоскоп/профилемер UTPiglet® 16''

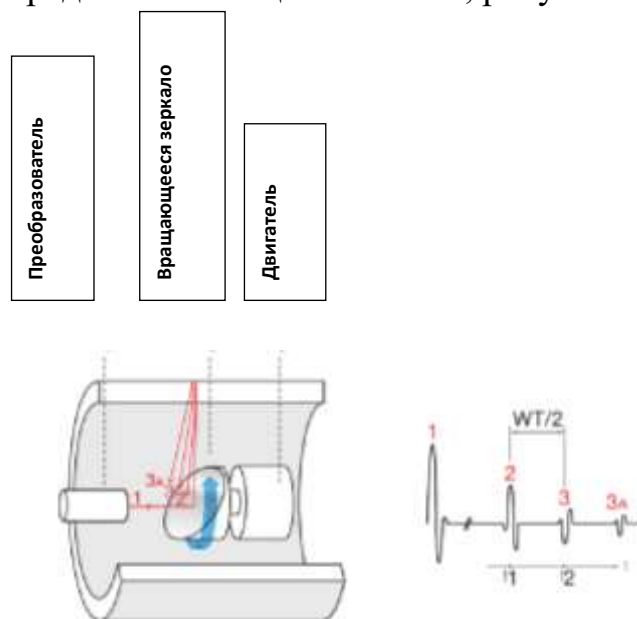
В зависимости от расхода электроэнергии, длины обследуемого трубопровода и средней скорости снаряда внутри трубопровода может использоваться одна или несколько батарейных секций.

### ***2.3.1 Принцип действия ультразвукового диагностического снаряда***

Принцип действия ультразвукового диагностического снаряда основан на измерении времени прохождения ультразвуковых сигналов, отражающихся от внутренней и внешней поверхности стенки трубы. Основываясь на том, что скорость распространения ультразвука в связующей среде (в данном случае нефти) и стенке (в данном случае стали) известна, время прохождения первого отраженного сигнала  $t_1$  преобразовывается в расстояние между датчиком и внутренней поверхностью стенки трубы (расстояние отступа или зазор).

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Начиная с этого момента времени прохождения второго отраженного сигнала  $t_2$  используется для определения толщины стенки, рисунок 10.



**Рисунок 10**– Принцип измерения толщины стенки ультразвуковым дефектоскоп UTPiglet® (WT –толщина стенки трубопровода)

Ультразвуковой датчик измеряет отражение ультразвукового сигнала от внутренней и внешней поверхностей стенки трубы. Система сбора данных преобразует этот сигнал в следующие четыре вида данных, которые выводятся на экран в онлайн режиме параллельно с самим ультразвуковым сигналом:

1. Толщина стенки - C-Scan (t);
2. Расстояние от оси трубопровода до внутренней поверхности трубы (IR);
3. Амплитуда сигнала отраженного от внутренней поверхности стенки трубы;
4. Амплитуда сигнала отраженного от внешней поверхности стенки трубы;
5. Ультразвуковой сигнал (A-Scan);

Вышеописанные данные предоставляют полную картину состояния стенки трубы, а также всю необходимую информацию для выявления и количественной оценки особенностей и аномалий в трубопроводе.

В ходе обширного анализа исходных данных измерений, достоверность измерений дополнительно повышается за счет определения толщины стенок с

использованием нескольких отражений от внешней поверхности стенки. Усовершенствованные алгоритмы определяют достоверность и надежность каждого измерения.

### **Зона покрытия трубопровода во время инспекции**

Скорость инспекционного снаряда определяет покрытие стенки трубы в процентах в продольном направлении. Контролируемая скорость снаряда позволяет добиться 100% покрытия, или даже больше, за один пропуск снаряда-дефектоскопа.

Количество замеров за оборот по отношению к окружности трубы определяет покрытие по окружности. По умолчанию, как продольное, так и окружное покрытие являются 100%.

Покрытие по окружности можно вычислить с помощью следующей формулы:

$$Покр_{окр.} = \frac{Замер. за оборот [rev^{-1}] \cdot 10 [мм]}{Окружность трубы [мм]} \cdot 100\%,$$

Продольное покрытие можно вычислить по следующей формуле:

$$Покр_{прод.} = \frac{Замер. за сек. [S^{-1}] \cdot 10 [мм]}{Замер. за оборот [rev^{-1}] \cdot скорость [мм/с]} \cdot 100\%,$$

Покрытие – это не то же самое, что удачные замеры в процентном отношении, но при определенных условиях может оказывать влияние на общий процент успешности. Когда, например, покрыто 200% стенки трубы либо в окружном, либо и в продольном направлениях, или в обоих, процент успеха в 50% с идеальным распределением всё ещё значит, что 100% стенки трубы было покрыто. Однако, если все неудачные замеры расположены на единственном «сплошном» участке, потеря покрытия, равная неудачным замерам в процентах, будет входить в эту участок.

### **Измерение дистанции.**

Диагностический снаряд замеряет продольную дистанцию посредством встроенных колесиков одометра. Контрольным началом дистанции, или нулевой точкой, является обычно фланец, соединяющий трубопровод с камерой пуска.

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

На точность измерения дистанции могут влиять особые эксплуатационные условия. Многочисленные фасонные детали трубопровода по отношению к его длине могут влиять на точность замера общей дистанции. Кроме того, измеренная дистанция может отличаться от настоящей длины по причине проскальзывания колес одометра (обычно это может быть связано с недостаточной чисткой или скользким внутренним покрытием трубопровода, а так же наличием втулок для защиты сварного шва).

Измерение дистанции имеет установленную точность в 99%. Абсолютное измерение дистанции на приборе может отличаться от физической поверхностной дистанции из-за профиля трубопровода по глубине.

Чтобы определить точное расположение аномалии, необходимо получить достоверную информацию о ближайших встроенных и распознаваемых характерных особенностях, таких как фланец, отвод, задвижка. Там, где недостаток известных встроенных и распознаваемых характерных особенностей препятствует точному определению местонахождения характерных особенностей, искусственных обозначений, могут использоваться наземные маркеры для повышения точности.

### ***Калибровка диагностического снаряда.***

Одним из основных этапов подготовки к ВТД является калибровка диагностического снаряда. От калибровки и настройки параметров диагностического снаряда зависит точность произведенных измерений, а так же собранных во время пропуска данных о трубопроводе. Во время калибровки ультразвукового диагностического снаряда, устанавливается параметр «Смещение задержки запуска», для того, чтобы компенсировать расстояние между ультразвуковым датчиком и зеркалом. Это смещение позволяет точно определить внутренний радиус, что делает возможным распознавание и оценку геометрических аномалий в трубопроводе.

Калибровка дефектоскопа проводится следующим образом. Ультразвуковая измерительная головка ультразвукового диагностического снаряда помещается

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30



в стандартный/калибровочный образец, представляющий из себя вырезанную катушку из трубопровода с нанесенными искусственными дефектами. Пространство между ультразвуковой головкой и калибровочным образцом заполняется контактной жидкостью (перекачиваемый продукт обследуемого трубопровода). Очень важным является применение в качестве контактной жидкости именно того продукта, который перекачивается по планируемому для обследования трубопроводу. Это связано с тем, что скорость ультразвука в продукте/жидкости зависит от свойств самого продукта.

После того как пространство между ультразвуковой головкой и калибровочным образцом заполнено, производится запуск ультразвуковой головки и имитация сбора данных.

#### ***Чувствительность контроля при ВТД.***

Внутритрубная диагностика трубопроводов осуществляется с чувствительностью 20 %, т.е. все дефекты, с отклонением от номинальной толщины 20 % и более будут включены в отчет по результатам ВТД.

Внутритрубный диагностический контроль представляет собой один из наиболее информативных методов диагностики, позволяя добиться 100% покрытия трубопровода за один проход снаряда, а также получить полный отчет о состоянии трубопровода. Однако, среди недостатков ВТД, стоит отметить зависимость точности измерений от правильного процесса калибровки перед каждым запуском в трубопровод, настройки чувствительности, а также

зависимость от скорости потока, которая должна составлять не менее 0,3 м/с, согласно РД 39-132-94 п7.2.6 оптимальная скорость прохождения снаряда для нефтепровода – 2 м/с, для газопровода – 4-7 м/с. Так же данный метод подразумевает необходимость оборудования трубопровода камерами запуска и приема.

#### **2.4 Методы неразрушающего контроля.**

После того, как собранные, при пропуске диагностического снаряда, данные были расшифрованы, а также сформирован предварительный или

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

окончательный отчет, по результатам определяется необходимость проведение дополнительного дефектоскопического контроля дефектных участков (если таковые имеют место быть). Производится локализация выбранных дефектных участков и сравнение реальных размеров обнаруженного дефекта, его протяженность, глубина, ориентация на трубопроводе с размерами, указанными в сертификате на каждый дефект.

Выбранные основные методы диагностирование нефтепровода приведены ниже:

- Визуально-измерительный контроль;
- Экспресс-сканирование (методы направленных волн);
- Ультразвуковая толщинометрия (сканирование толщин стенок);
- Ультразвуковой контроль;
- Определение твердости металла;
- Вихретоковый контроль (сплошное сканирование);
- Другие виды контроля позволяющие уточнить техническое состояние трубопровода.

#### **2.4.1 Визуально-измерительный контроль**

Визуально-измерительный контроль (далее по тексту ВИК) при ВТД проводит с целью подтверждения (на стадии ДДК) результатов ВТД, когда вскрываются дефектные участки трубопровода.

Визуально-измерительный контроль должен включать в себя проверку:

- выявление поверхностных дефектов трубопровода (трещин, подрезов, ризок, задиров), а так же проведение измерений их линейных размеров;
- дефектов геометрии трубопровода и сварных соединений (при их наличии в зоне проведения контроля);
- коррозионных дефектов (равномерная, неравномерная коррозия, питтинг и другие дефекты);
- оценка состояния изоляции, антикоррозионного покрытия (при его наличии).

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30° к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм.

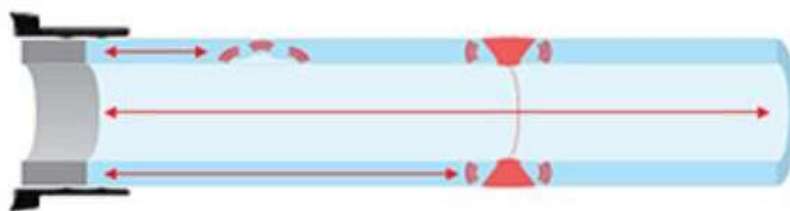
					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

При обнаружении дефектов или признаков их наличия на обследованных участках эти зоны должны быть зачищены до металлического блеска для дальнейшего обследования [28].

#### 2.4.2 Экспресс-диагностика

Контроль трубопровода методом направленных волн проводится с целью оперативного обнаружения коррозии и других дефектов на внутренних и наружных стенках труб, расположенных в труднодоступных местах. При исследовании проводилась работа с системами Wavemaker производства Duided Ultrasonics Ltb (Великобритания) и TTF+ компании Plan integrity Ltd (Великобритания), которые позволяют производить быструю оценку общего состояния больших участков трубопровода без вывода его из эксплуатации.

Ультразвуковой метод контроля протяжённых объектов основан на свойстве направленных волн распространяться на большие расстояния от места установки датчиков, и отражаться от любого изменения площади поперечного сечения трубы, таких как коррозионные повреждения, трещины, локальные и протяжённые дефекты, а также конструктивных элементов трубопровода – сварных швов, отводов, врезок, опор и т.д.



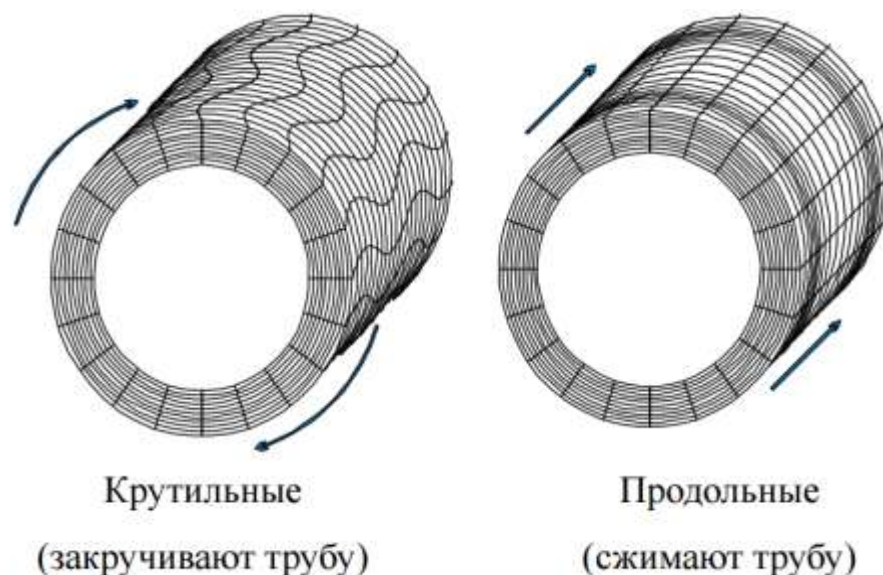
**Рисунок 11** - Общий вид метода направленных волн

Данное свойство позволяет не только определить местонахождение тех или иных конструктивных элементов на труднодоступных участках трубопроводов, но и определить наличие дефектов в сварных швах, под опорами, на прямых участках и оценить их потенциальную опасность, что играет значительную роль при проведении экспертного обследования.

При работе системы используются несколько видов низкочастотных направленных волн, каждый из которых позволяет создать полную картину технического состояния трубопровода в каждой точке контролируемого участка [28].

Наиболее часто используют осесимметричные низкочастотные направленные волны с малой дисперсионной зависимостью: продольные (L) и крутильные (торсионные-T), представленные на рисунке 12. Благодаря особенности крутильных волн их групповая скорость не зависит от частоты, т.е., не наблюдается дисперсии, а низкая частота позволяет волнам распространяться на большие расстояния.

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33



**Рисунок 12 - Движение видов волн**

Используются две моды крутильных волн. Симметричная, которая отражается от объектов равномерно расположенных по окружности (например, сварной шов) и несимметричная мода, которая появляется при отражении от несимметричных объектов (например, коррозия). Соотношение амплитуды сигналов от этих мод, их форма, расположение и т.п., позволяют судить о наличии дефекта, его размере и опасности.

Практическое различие между волнами.

Крутильные:

- не чувствительны к жидкостям;
- требуют два ряда датчиков;
- чувствительность к глубоким трещинам, ориентированным вдоль оси, а так же к потерям в поперечном сечении;
- Большой диапазон частот;

Продольные:

- Трудности при полностью заполненной жидкостью трубе;
- требуют 3-4 ряда датчиков;
- Плохая чувствительность к потере в поперечном сечении;
- Ограниченный диапазон частот;

### **Работа с системой**

Электронный блок формирует импульсы различной частоты, поступающие на кольцевой блок преобразователей, который в свою очередь возбуждает в металле трубы низкочастотные ультразвуковые колебания, волны распространяются во всем объеме контролируемого объекта в обе стороны от

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

кольца. Преобразователи, установленные для излучения в круговом направлении, образуют поперечные волны. Преобразователи, установленные для излучения в осевом направлении, образуют продольные волны. Как было сказано, данный метод основан на чувствительности данного типа волн к изменению площади поперечного сечения. Любое изменение площади поперечного сечения, как увеличение (сварной шов), так и уменьшение (коррозия) отражаются. Отраженные эхо-сигналы принимаются преобразователями, передаются в электронный блок для последующей обработки. Блок преобразует электрические сигналы от кольцевого блока преобразователей в цифровой файл, который через USB-кабель передаётся на персональный компьютер.

### 2.4.3 Ультразвуковая толщинометрия

Ультразвуковая толщинометрия проводится на стадии проведения ДДК результатов ВТД (внутренних дефектов) с целью определения остаточных (фактических на момент контроля) толщин стенок трубопровода и сравнение их с результатами измерения толщин при ВТД. Замеры толщины проводятся по наружной поверхности. Выбор мест для замера толщин трубопровода выбирается исходя из результатов ВТД.

По результатам ультразвуковой толщинометрии (используются так же данные ВТД) определяют скорость коррозионного или коррозионно-эрозионного изнашивания стенок и устанавливают расчетом на прочность и допустимый срок эксплуатации изношенных элементов, уровень снижения рабочих параметров или сроки проведения восстановительного ремонта [28].

Принцип работы толщиномера и сканера основан на ультразвуковом импульсном эхо-методе измерения, который использует свойства ультразвуковых колебаний отражаться от границы раздела сред с разными акустическими свойствами. Электронный блок вырабатывает запускающий импульс, подаваемый на излучающую пластину акустического преобразователя, которая излучает импульс УЗК через линию задержки в изделие. Импульс УЗК

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

распространяется в изделии до внутренней поверхности изделия, отражается от нее, распространяется в противоположном направлении и, пройдя линию задержки, принимается приемной пластиной. Время распространения УЗК связано с толщиной изделия. Принятый импульс усиливается и подается на вход блока обработки информации, который формирует цифровой код  $N$ , пропорциональный времени распространения импульса в изделии с учетом времени распространения в линиях задержки, после чего встроенная микро-ЭВМ вычисляет толщину измеряемого изделия. Вычисленное значение  $T$  индицируется на индикаторе.

Ультразвуковой метод является наиболее распространенным и востребованным не только в области диагностики трубопровода. Это обусловлено его сильными сторонами, к которым относятся:

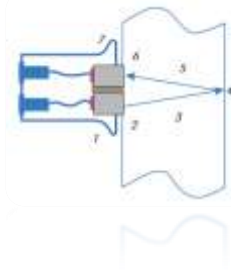
- Широкая распространенность метода;
- Высокая точность;
- Простота использования;

Вместе с тем метод УЗТ очень требователен к состоянию поверхности исследуемого тела, а также как и все методы, являющиеся точечными, не способен дать полный отчет о состоянии трубопровода по всей его длине.

Принцип работы:

1. Прибор генерирует ультразвуковой импульс;
2. Ультразвуковой импульс, излучаемый преобразователем, передаётся к поверхности объекта контроля;
3. Импульс проникает в объект контроля;
4. Импульс проходит до противоположной поверхности и отражается от неё;
5. Импульс возвращается обратно к преобразователю через материал объекта контроля;
6. Ультразвуковой импульс передаётся от поверхности объекта контроля в преобразователь;
7. Принятый отражённый импульс измеряется прибором;

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36



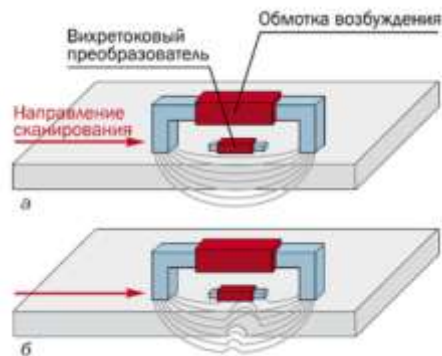
**Рисунок 13** - Принцип работы толщиномера.

#### **2.4.4 Вихретоковый контроль трубопровода**

Вихретоковый контроль основного металла производится на стадии проведения ДДК результатов ВТД в случае необходимости подтверждения и локализации внутренних дефектов в виде коррозионного утонения стенки. Сканирование трубопровода осуществляется по наружной поверхности через изоляционное покрытие при условии, что изоляционное покрытие не имеет гофр и значительных отслоений, мешающих свободному перемещению сканера по трубопроводу .

Вихретоковый контроль — неразрушающий контроль, основанный на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в объекте контроля этим полем.

Данный метод контроля основан на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем металла, вихретоковых токов. В качестве источника электромагнитного поля используется индуктивная катушка, ток, действующий на катушку, создает поле, которое, в свою очередь, возбуждает вихретоковые токи в объекте. Поле вихретоковых полей оказывает влияние на катушку, наводя в них ЭДС или изменяя их полное электрическое сопротивление. Эти изменения регистрируют и получают информацию о свойствах объекта.



**Рисунок 14** – Общий вид вихрекового метода

Одной из главных особенностей вихрекового метода неразрушающего контроля является то, что его проведение возможно без контакта объекта и преобразователя, однако данный метод используется только для конструкций и сооружений изготовленных из токопроводящих материалов.

Отличительной особенностью вышеуказанных систем является то, что данные системы позволяют производить контроль трубопровода через изоляционное покрытие до 6 мм, не требует тщательной подготовки поверхности, определяет как толщину изделия в процентах, так и любые отклонения от номинальной толщины обследуемого трубопровода в независимости от природы происхождения, ориентации и формы дефекта. Также к отличительным особенностям можно отнести сравнительно быстрое проведение диагностики, небольшие погрешности результатов контроля и высокую чувствительность [28].

#### **2.4.5 Применение других методов неразрушающего контроля**

На потенциально опасных участках трубопровода с целью повышения достоверности результатов контроля, а так же за отсутствием возможности применения вышеперечисленных видов неразрушающего контроля производится контроль другими методами (МПК-магнитопорошковый контроль, ВК-вихрековый контроль (классическими приборами типа ВД-30 НК, ED-200), ПВК-проникающими веществами контроль, РК (радиационный) – рентгенографический).

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



- магнитопорошковый контроль основан на регистрации магнитных полей рассеяния над дефектом с использованием в качестве индикатора ферромагнитного порошка или магнитной суспензии. Магнитопорошковым методом можно обнаружить дефекты длиной около 0,5 мм и шириной 2,5 мкм и более. При намагничивании изделий постоянным магнитным полем выявляются дефекты, расположенные на глубине 2-3 мм. Для проведения работ по магнитопорошковой дефектоскопии применяется переносной дефектоскоп на постоянных магнитах МД-6.;
- вихретоковая дефектоскопия проводится вихретоковым дефектоскопом ВД-30НК или ED-400, предназначенным для обнаружения и относительной оценки поверхностных трещин в деталях из ферромагнитных материалов, в том числе с грубо обработанной плоской и криволинейной поверхностью. Конструкция дефектоскопа обеспечивает возможность обнаружения трещин протяженностью не менее 5 мм, ширина которых находится в пределах от 0,05 до 3,0 мм. Предельные значения параметров контролируемого объекта, ограничивающих применение дефектоскопа: радиус кривизны контролируемой поверхности не менее 20 мм, угол отклонения преобразователя от нормали к контролируемой поверхности от 0 до 30°, зазор между преобразователем и контролируемой поверхностью не более 0,5 мм. Метод может быть использован для контроля металла в околошовных зонах сварных швов, особенно в местах концентрации напряжений (местах приварки патрубков, люков горловин, фланцев и др.). Метод эффективен для выявления трещин коррозионного растрескивания, а также межкристаллитной коррозии;
- контроль проникающими веществами проводят в целях выявления поверхностных несплошностей (трещин, пор, шлаковых включений, раковин, межкристаллитной коррозии, коррозионного растрескивания и

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

других несплошностей, а так же места их расположения, протяженности и характера распространения). Контроль проводится наборами для капиллярной дефектоскопии фирмы SHERVIN, которые включают в себя три аэрозольных баллона (очиститель, пенетрант, проявитель и контрольный образец с искусственными дефектами для проверки чувствительности дефектоскопических материалов), способные выявлять дефекты по II классу чувствительности (минимальная ширина раскрытия дефекта 1-10 мкм);

- рентгенографический контроль проводится рентгеновским аппаратом АРИОН-300, Арина-3, Пион и.т.д, позволяющим, используя высоко проникающие рентгеновские лучи, не повреждая изделия, проводить контроль, обеспечивая регистрацию на пленке визуальной информации о внутреннем состоянии изделия, на основании которой можно принять решение о его исправности.

Стоит отметить, что все методы, являющиеся точечными, не могут предоставить полного отчета о состоянии трубопровода, данный способ способен выявить небольшой процент дефектов. Согласно требованиям РД 39-132-94 диагностика проводится в шурфах, количество – 1 шурф на 500 метров контролируемого участка трубопровода с удалением изоляции.

#### **2.4.6 Комбинирование методов**

Для составления полного отчета, а также получения полной картины о состоянии исследуемого трубопровода следует применять методы диагностического контроля в комплексе, варьируя между достоинствами и недостатками каждого из применяемых методов. При выборе методов диагностики, а также при их комбинировании, следует учитывать особенности местности, конструктивные особенности трубопровода, вид транспортируемого вещества и т.д.

Примером применения методов диагностики в комплексе служит диагностика трубопроводов по программе с применением сплошного сканирования. Программа диагностики трубопроводов с применением

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

сплошного сканирования имеет ряд преимуществ и реализована впервые в России в ООО «Самотлорнефтегаз». Производится сканирование 100% всей поверхности трубопровода до 200 метров за одно измерение, помимо этого определяется расстояние до дефекта с помощью приборов «длинноволновой диагностики», далее, применяется вихретоковый метод – производится локализация дефекта на участке, где по результатам «длинноволновой диагностики» было обнаружено повреждение. Таким образом, вышеприведенная концепция определения технического состояния позволяет произвести адресный ремонт трубопровода вместо реконструкции всего трубопровода, а также существенно уменьшить вероятность пропуска дефекта, тем самым увеличивая качество проводимой диагностики.

Алгоритм обнаружения дефектов при проведении диагностики с применением сплошного сканирования выглядит следующим образом: система «Wavemaker» регистрирует изменение площади поперечного сечения трубопровода, затем методом вихретокового контроля системы сплошного сканирования «TesTex» производится локализацию дефекта и с помощью применения ультразвукового толщиномера происходит непосредственное подтверждение факта обнаруженного дефекта, а также замеряется остаточная толщина стенки трубопровода. (Рисунок 15).



**Рисунок 15** – Алгоритм обнаружения дефектов при проведении сплошного сканирования трубопроводов

## Вывод по главе 2

Произведен теоретический обзор процесса проведения очистки трубопровода, внутритрубной диагностики, а также методов неразрушающего контроля. Проанализирована и обоснована необходимость применения каждого процесса в том или ином случае при проведении экспертизы промышленной безопасности для обеспечения безопасности и надежности при транспортировке нефти и нефтепродуктов на месторождениях, расположенных на территории Ханты-Мансийского автономного округа. Проанализирован метод обнаружения дефектов, с применением двух приборов в комплексе.

В результате анализа методов контроля применяемых при экспертизе промышленной безопасности, были выделены их преимущества и недостатки. Рассматриваемые методы могут работать как отдельно, так и в комплексе, однако наиболее эффективное их применение достигается при комбинировании методов диагностики технического состояния, варьируя между достоинствами и недостатками каждого из применяемых методов.

					Анализ методов определения технического состояния трубопроводов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

### 3. Конструирование интеллектуальной системы для диагностики технического состояния трубопровода

#### 3.1 Матричное представление данных и знаний. Выявление закономерностей.

#### 3.2 Структуризация данных и знаний. Иллюстрирующий пример данных и знаний по диагностике технического состояния трубопровода

					Определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов дожимной насосной станции		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Травков А.Ю.			Конструирование интеллектуальной системы для диагностики технического состояния трубопровода		
Руковод.		Антропова Н.А.					
Консульт.							
Рук-ль ООП		Бурков П.В.					
					Лит.	Лист	Листов
						43	88
					Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ6Б		

#### 4. Результаты проведенного исследования

Произведена систематизация и структуризация данных для формирования матричной модели представления данных и знаний. Сформировано характеристическое и классификационное признаковое пространство для исследуемой проблемной области. Обосновано решения с использованием средств когнитивной графики для динамического процесса.

На основе заданных параметров трубопровода были выбраны методы определения технического состояния и сформировано оптимальное расположения для их использования. Также был получен прогноз возможных опасных участков трубопроводов и предложен метод ремонта, естественно после подтверждения ДДК.

Конструируемая интеллектуальная система, позволит осуществить постоянный контроль состояния исследуемого объекта, а также получить возможность формирования прогнозов преждевременных отказов. Конструируемая ИС позволит выявить наиболее эффективные методы диагностики трубопровода, а также наиболее целесообразный метод ремонта.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов дожимной насосной станции			
Разраб.		Травков А.Ю.			Результаты проведенного исследования	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.					51	88
Консульт.						Отделение нефтегазового дела		
Рук-ль ООП		Бурков П.В.				Группа 2БМ6Б		

## 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Обеспечение безопасной и надежной транспортировки углеводородов, является первостепенной задачей у компаний, обслуживающей нефте- и газопроводы. Необходимым процессом в достижении поставленной задачи является диагностика технического состояния трубопровода. Посредственное отношение к определению технического состояния, не соблюдения технологий установленной нормативно-технической документацией, а также проведение диагностики, не обладающие достаточным качеством может быть причиной нарушения и остановки производственного процесса, аварий, инцидента и других нежелательных последствий, которые в дальнейшем потребуют больших финансовых затрат. Однако исследование и анализ эффективности применяемых методов диагностики технического состояния трубопровода показал, что используемые на практике методы не в полной мере учитывают все возможные признаки, которые влияют на техническое состояние трубопровода.

Учитывая вышеперечисленное очевидна настоятельная необходимость применения современных компьютерных систем в области обеспечения безопасной и надежной транспортировки нефти для решения задачи связанных с диагностикой технического состояния трубопровода. Безусловно целесообразно в этих целях создание интеллектуальной системы (ИС) по диагностике технического состояния трубопроводов (ИС ДТРТ), которая будет предназначена для выявления различного рода закономерностей, принятия и обоснования решения по диагностике технического состояния.

Разрабатываемая интеллектуальная система по диагностике технического состояния трубопровода может быть применена по прямому назначению на различного рода предприятиях, а также использована в целях обучения специалистов в проблемной области.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов дожимной насосной станции			
Разраб.		Травков А.Ю.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.					52	88
Консульт.						Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ6Б		
Рук-ль ООП		Бурков П.В.						

### 5.1.1 SWOT- анализ

Для визуализации качеств проекта, анализа сильных и слабых сторон, возможных угроз и потенциала научного исследования используется SWOT анализ, как средство для принятия решения.

Из вышеперечисленного можно заключить, что SWOT анализ, представляющий собой матрицу, несет в себе полную информацию о научной работе и применяется для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для анализа методов диагностики трубопровода актуальна представленная в таблице 8 SWOT модель.

Таблица 8. SWOT

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>C1. Постоянный контроль технического состояния трубопровода.</p> <p>C2. Выявление наиболее эффективного метода диагностики трубопровода.</p> <p>C3. Прогнозирование состояние трубопровода.</p> <p>C4. Исключение человеческого фактора.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Высокая стоимость реализации.</p> <p>Сл2. Большой спрос на узконаправленных специалистов в области программирования.</p> <p>Сл3. Повышенные требования к наличию нормативно-технических документов.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>V1. Оперативное реагирование на изменение состояния трубопровода.</p> <p>V2. Прогнозирование возникновения возможных дефектов.</p> <p>V3. Заинтересованность в реализации разработок научного исследования на действующих предприятиях.</p> <p>V4. Обучения специалистов в области обеспечения надежности и безопасности трубопроводного транспорта.</p>	<p>1. Исследование эффективности новых комбинаций методов для диагностики трубопровода.</p> <p>2. Снижение финансовых затрат на исследование трубопровода.</p> <p>3. Повышение надежности и безопасности трубопроводного транспорта.</p> <p>4. Создание нового комплекса исследований для определения технического состояния трубопровода.</p>	<p>1. Наличие оборудования подлежащего обязательной сертификации.</p> <p>2. Необходимость финансовой поддержки со стороны.</p>



<p><b>Угрозы:</b>  У1. Адаптация под другие виды трубопроводного транспорта.  У2. Потеря информации для продуктивного анализа данных и выявления закономерностей  У3. Большие временные затраты на реализацию исследования  У4. Выход из строя оборудования</p>	<p>1. Изменения в Российском законодательстве  2. Разработка нового, ранее не представленного, метода диагностики</p>	<p>1 Наличие эксперта в проблемной области.  2 Проведение своевременного технического обслуживания и ремонта</p>
---	---	--

## 5.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 5.2.1 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Перед применением и внедрением проекта на действующие объекты транспортировки углеводорода, необходимо произвести оценку проекта, которая позволит выявить степень готовности к коммерциализации. Для оценки готовности проекта разработана специальная форма (таблица 9), представленная таблицей, содержащей показатель степени проработанности научно-исследовательской работы и показатель имеющихся знаний у разработчика представленного проекта, где каждый пункт оценивается баллом по шкале от 1 до 5.

Разработка интеллектуальных систем диагностики технического состояния трубопровода, безусловно, актуально направление в целях обеспечения надежности и безопасности при транспортировке нефти и нефтепродуктов. Стоит отметить, что исследования включены в программу инновационного развития нефтедобывающих компаний и представляют собой одно из приоритетных направлений в сфере нефте- и газодобычи, что, несомненно, является одной из первостепенных задач, для внедрения проекта в производство и начало его реализации в нефтегазовой отрасли.

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (9)$$

где  $B_{\text{сум}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению;

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Полученное значение отражает степень готовности научно-исследовательского проекта к коммерциализации

Таблица 9. Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	4
Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	3
Определены авторы и осуществлена охрана их прав	4	4
Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	5
Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	4
Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	2
Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3
Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	3
Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	3	3
Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	3

Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	5
Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	4
Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>	<b>52</b>	<b>54</b>

Согласно расчетам по данным из формы для оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации, степень проработанности научного проекта и уровень знаний составляют 52 и 54 баллов соответственно, что позволяет судить о средней перспективности разработки.

### 5.2.2 Инициация проекта

Для конкретизации целей и обозначения направленности научно-исследовательской работы предлагается ознакомиться с информацией, представленной в разделе 5.2.2, таблиц 10 и 11.

Таблица 10 *Заинтересованные стороны проекта*

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
ОАО «Роснефть»	Разработка интеллектуальной системы (ИС) для обеспечения безопасности и надежности транспортировки нефти и нефтепродуктов

Таблица 11. *Цели и результаты проекта*

Цели проекта:	Анализ эффективности методов диагностики технического состояния трубопроводов; на основе проведенного анализа, создание ИС для поиска различного рода закономерностей, а так же принятия и обоснования решения по определению технического состояния трубопровода.
Ожидаемые результаты проекта:	Разрабатываемая на основе анализа эффективности методов диагностики технического состояния ИС ДТСТ позволит оперативно и при меньших

	стоимостных затратах продиагностировать техническое состояние трубопровода, определить эффективные мероприятия по результатам диагностики технического состояния, а также наиболее целесообразную последовательность ремонтно-профилактических мероприятий на трубопроводе. Это позволит компании, обслуживающей трубопровод, оперативно реагировать на любые изменения в нём при принятии диагностических решений по диагностике технического состояния и исключить возможные аварийные ситуаций.
Критерии приемки результата проекта:	Соответствие регламенту нормативно-технической документации

### 5.2.3 Структура работ в рамках научного исследования

Разработка научного проекта подразумевает формирования различного рода временных графиков, отражающих информацию о видах производимых работ, таблицы 5 и 6.

Таблица 12. *Календарный план проекта*

Код	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1	Выбор направления для научно-исследовательской работы	30	01.09.16	30.09.16	Травков А.Ю. Антропова Н.А.
2	Введение в проблемную область	60	01.10.16	30.11.16	Травков А.Ю.
3	Обзор литературы по проблемной области	15	01.12.16	15.12.16	Травков А.Ю.
4	Постановка целей и задач научного-исследования	16	15.12.16	31.12.16	Травков А.Ю. Антропова Н.А.

5	Теоретическая анализ и научное обоснование	45	15.02.17	30.03.17	Травков А.Ю.
6	Научное исследование	90	01.04.16	30.07.17	Травков А.Ю.
7	Получение результатов проведенного научного исследования	60	01.08.17	30.09.17	Травков А.Ю.
8	Анализ результатов	90	01.10.17	30.12.17	Травков А.Ю.
9	Оформление результатов научного исследования по заданной теме	60	01.02.18	31.03.18	Травков А.Ю.
10	Подготовка результатов научного исследования по установленным правилам к защите	40	01.04.18	11.05.18	Травков А.Ю.
11	Предзащита научного-исследования	4	14.05.18	18.05.2018	Травков А.Ю.
12	Корректировка и форматирование составленного отчета	10	21.05.18	31.05.18	Антропова Н.А. Травков А.Ю.
13	Презентация проведенного научного исследования по заданной теме	4	04.06.18	06.06.18	Травков А.Ю. Антропова Н.А.
Итого:		524			

#### 5.2.4 Бюджет научно-технического исследования

Внедрение и реализация разрабатываемого проекта, как и любого другого нововведения в компании с установленным производственным процессом сопровождается различного рода финансовыми затратами. Для определения

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

основных видов затрат включён раздел «Бюджет научно-технического исследования», целью которого является представление подробного и достоверного отчета о затратах и расходах, необходимых для реализации разрабатываемого проекта.

Таблица 13 Смета затрат при определении технического состояния

Виды затрат	Составляющие	Примечание	Сумма затрат, руб.	Итоговая сумма затрат, руб.
Закупка оборудования необходимого для проведения чистки и диагностики трубопровода	Чистящий снаряд	Снаряд для очистки полости трубопровода от загрязнения	30000	7499472
	Wavetrak	Прибор для отслеживания положения снаряда в трубопроводе	20000	
	Ультразвуковой дефектоскоп/пр офилемер	Снаряд для внутритрубной диагностики	953155	
	Комплект для визуального контроля	Проведение визуально-измерительного контроля для выявления поверхностных дефектов	9900	
	Системы экспресс диагностики Wavemaker G4	Определения общего состояния трубопровода.	6214244	
	Ультразвуковой толщиномер Panametrics 37DL Plus	Измерения остаточной толщины стенки трубопровода, а также подтверждение дефекта	44309	
	Вихретоковый контроль системой Ps-2000 «TesTex»	Обнаружение и локализация дефекта	198659	
Производимые работы	Обследование технологического трубопровода	40000 руб/км * 0,15 км = 6000	6000	6000
Заработная плата	1 бригада	Районный коэффициент равен 1,3, премия 5%. Рассчитаем заработную плату для бригады 5 чел. · 25000 руб/чел · 1,3 · 1,05 = 170625	511875	580125
	3 человек в бригаде			

		руб/мес. 170625 руб/мес. · 3 мес. = 511875 руб/год;		
	Руководитель	1 руководитель · 50000 · 1,05 · 1,3 = 68250	68250	
Социальные отчисления	Составляют 30% от ЗП	-	116708	116708
Затраты на реализацию интеллектуальной системы	Написание кода программы ИС	Написание кода программы, с установкой логических, когнитивных и т.п. связей, для полноценной работы на программном обеспечении	250000	1750000
	Приобретение оборудования необходимого для работы ИС	Приобретение оборудования необходимого для автономной работы программы	500000	
	Датчиков для постоянного контроля за параметрами трубопровода	Связь существующих датчиков и (или) установка необходимых для полноценного и корректного отслеживания изменения параметров состояния трубопровода	1000000	
Итоговые затраты на определение технического состояния:				<b>9952305</b>

## 6. Социальная ответственность

Произведен теоретический анализ методов очистки трубопровода, внутритрубной диагностики, а также методов неразрушающего контроля применяемых на трубопроводах, изучены принципы действия используемых методов, а также их сильные и слабые стороны. На основе проведенного анализа предлагается конструирование интеллектуальной системы диагностики технического состояния трубопровода (ИС ДТСТ) на основе интеллектуального инструментального средства (ИИС) ИМСЛОГ. Вкратце излагается математический аппарат, лежащий в основе ИИС ИМСЛОГ. Приводятся основы матричного представления данных и знания для интеллектуальной системы диагностики технического состояния трубопровода, приводится иллюстрирующий пример. Излагаются основы конструирования ИС ДТСТ на основе ИИС ИМСЛОГ.

Материалы научного исследования, а также результаты разрабатываемой ИС ДТСТ могут быть применены на предприятиях обслуживающих трубопровод, а также использованы в целях обучения специалистов в области обеспечения надежности и безопасности трубопроводного транспорта.

Трубопровод является сооружением повышенной опасности и согласно приложению к Федеральному закону от 21.07.97 № 116 – ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» относится к опасным производственным объектам. Принятие решений компанией в области обеспечения безопасности и надежности транспортировки нефти и нефтепродуктов должны производиться с учётом социальных и экологических аспектов, ответственности за результаты принятого решения, а также результатов проводимой деятельности на общество и окружающую среду.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов дожимной насосной станции			
Разраб.		Травков А.Ю.			<b>Социальная ответственность</b>	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.					61	88
Консульт.						Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ6Б		
Рук-ль ООП		Бурков П.В.						



## **6.1 Производственная безопасность**

### **Анализ опасных и вредных производственных факторов.**

Согласно ГОСТ 12.0.002-14 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения» факторы производственной среды представлены, как опасные и вредные производственные факторы.

*Опасный производственный фактор* – это фактор производственной среды и трудового процесса, воздействие которого на организм работающего при определенных условиях может служить причиной травмы, в том числе смертельной. Таким образом, опасный производственный фактор может быть причиной острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья и смерти.

*Вредный производственный фактор* – фактор производственной среды и трудового процесса, воздействие которого на организм работающего в определенных условиях может сразу или впоследствии привести к заболеванию или отразиться на здоровье потомства пострадавшего.

По природе действия опасные и вредные производственные факторы подразделяют на следующие группы:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические;

Для минимального влияния вредных и опасных производственных факторов или полного их исключения в процессе трудовой деятельности, предусмотрена система законодательных актов и мероприятий, которая направлена на сохранение жизни и здоровья работников. Свод установленных правил носит название Охрана труда и регулирует такие факторы, как санитария, техника безопасности, пожарная и взрывная безопасность.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

## Факторы, возникающие при диагностике технического состояния трубопровода

Факторы, характерные для производства работ по диагностике технического состояния, приведены в таблице 14 и выбраны в соответствии с ГОСТ 12.0.003-15 «Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

*Таблица 14 Опасные и вредные факторы при выполнении работ по оценке технического состояния линейной части технологического трубопровода*

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-15)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы: 1) Подготовка трубопровода к диагностированию;  2)Обследование трубопровода системой направленных волн;  3)Обследование трубопровода вихретоковыми системами;  4)Проведение УЗК сварных швов;  5)Измерения толщины запорной арматуры;  6)Измерение твердости	1. Отклонение показателей климата на открытом воздухе;  2. Повышенная загазованность воздуха рабочей среды;  3.Физические и нервно-психические перегрузки  4.Повреждения в результате контакта с животным, насекомыми	1.Электрический ток;  2.Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов;  3.Пожаро-взрывоопасность;  4.Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования;	ГОСТ 12.0.003-15  ГОСТ 12.1.005-88  ГОСТ 12.1.007-76  ГОСТ 12.1.019-2009  ГОСТ 12.1.030-81  ГОСТ 12.4.026-2015  ГОСТ 12.2.003  СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002

металла по шкале Бринелля;			СНиП 12-05-95  ФЗ-№123 от 2008г
----------------------------	--	--	---------------------------------------

## Вредные производственные факторы

### 1. Отклонение показателей климата на открытом воздухе.

Наиболее распространенным вредным производственным фактором является отклонение показателей микроклимата. Важную роль в показателях микроклимата создают территориальные особенности региона, на котором расположены объекты изучения и диагностики, поскольку производимые работы по обслуживанию трубопроводов производятся на открытых площадках. Среднесуточная температура исследуемого региона в теплый период составляет 16,5°С и длится порядка 100-110 дней, а в холодный период – -23°С, с продолжительностью до 210 дней. Изучаемый регион характерен высокой влажностью 73% с годовым количеством осадков в пределах от 448 до 669 мм, а также средней скоростью ветра – 3,1 м/с.

Климатические условия и условия при непосредственном производстве работ влияют на свойство организма поддерживать тепловой баланс. При понижении температуры происходит ограничение теплоотдачи организмом, что способствует снижению кровотока в кожных покровах и последующему уменьшению влажности кожи. При повышении температуры происходят обратные процессы. На основе вышеизложенного можно заключить, тепло- и влаговыделение, а также скорость воздуха имеют значительное влияние на терморегуляцию организма, и могут способствовать неблагоприятному

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

воздействию на работающего, а также снижению производительности. При повышенных температурах ограничение теплоотдачи может привести к перегреву или при сильном перегревании к тепловому удару. Длительная и интенсивная работа на открытом воздухе может стать причиной солнечного удара.

Для обеспечения безопасной работы созданы санитарные нормы, которые определяют допустимые и оптимальные микроклиматические условия. При пренебрежении или несоблюдении установленных норм, производимые работы считаются вредными или опасными. При производстве работ на открытой территории, в зимний и летний периоды года, рабочие, в обязательном порядке, должны быть обеспечены спецодеждой, снижающей неблагоприятные воздействия на организм рабочего в зависимости от климатического региона. При работе в холодное время года при показателях температуры воздуха и скорости ветра приведенных в таблице 15 работы должны быть приостановлены.

*Таблица 15. Работы на открытом воздухе приостанавливаются работодателями при следующих погодных условиях:*

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха °С
При безветренной погоде	– 40
Не более 5,0	– 35
5,1–10,0	– 25
10,0–15	– 15
15,1–20,0	– 5
Более 20,0	0

## *2. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.*

Так же вероятным вредным фактором является повышенная загазованность воздуха рабочей среды. Наиболее явными причинами запыленности и загазованности воздуха могут служить передвижение автотранспорта обслуживающего рабочую территорию и различного рода работы, производимых на трубопроводе, термических, сварочных,

шлифовальных и т.п. Главным источником запыленности является пыль. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма рабочего, что в свою очередь может служить причиной возникновения дерматита, также попадая на слизистую оболочку глаз, пыль вызывает раздражение и конъюнктивит. В редких случаях при попадании пыли на организм возможны проявления на коже химического раздражения, также не исключены появления ожогов.

Причиной загазованности чаще всего является транспортируемый продукт по трубопроводу. Транспортировка токсичных продуктов является опасной для жизни и здоровья человека. Производство работ на трубопроводе, разного рода дефекты, а также не достаточная герметичность соединения, наиболее вероятные причины появления загазованности в рабочей зоне, транспортируемые углеводороды содержат легко испаряющиеся вещества, которые опасны для жизни и здоровья человека

Для защиты здоровья и жизни человека осуществляется контроль загазованности. Содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК) по ГОСТ 12.1.005-88. Определение концентрации загрязнений производится путем замеров или расчетов. ПДК углеводородов природного газа в воздухе рабочей зоны составляет 300 мг/м<sup>3</sup> в пересчете на углерод. Проводить анализ ГВС необходимо непосредственно перед началом работ, после каждого перерыва в работе, а также во время проведения работ с периодичностью установленной требованиями наряда-допуска, но не реже, чем через 1 час. Превышение допустимых значений концентрации ГВС сопровождается немедленным прекращением проводимых работ, а также принятием мер по устранению причин загазованности. Возобновление работ могут быть осуществлено только после обнаружения и устранения причин загазованности, при не превышении допустимых значений концентрации ГВС. В случаях превышения предельно допустимых концентраций, должны быть предприняты следующие действия:

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

поставлены в известность ответственные по производству работ; прекращены проведения работ; приняты меры к устранению предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Для защиты от загазованности в рабочей зоне применяются респираторы, фильтрующие противогазы, марлевые повязки, защитные очки и специальная одежда из пыленепроницаемой ткани. При загазованности для защиты органов дыхания необходимо использовать шланговые противогазы ПШ-1, ПШ-2.

### *3. Повреждения в результате контакта с насекомыми.*

При производстве работ в теплые месяцы года повышается вероятность получения повреждений в результате контакта с насекомыми, наиболее вероятен контакт со следующими видами насекомых: комары, москиты, мошка, мухи, слепни, гнус и т.п.. Опасность при контакте с насекомыми представляет не столько укус и (или) другого рода повреждения, сколько риск заражения различного рода инфекций, переносимого насекомым, а также приводящим к тяжелым последствиям, к примеру, энцефалитный клещ. Для обеспечения необходимого уровня безопасности жизни, бригада производящая работы на объекте должна быть обеспечена необходимой спецодеждой, а также отпугивающими средствами, и проинструктированы о порядке применения выданных средств.

### *4. Физические и нервно-психические перегрузки.*

Результатами физических и нервно-психических перегрузок являются утомление и переутомление рабочих, возникающие в результате монотонности и сложности выполняемых работ, а также являющаяся следствием эмоциональных перегрузок. Для предотвращения результатов физических перегрузок следует соблюдать нормы санитарно-гигиенических условий и придерживаться установленного в нормативной документации режима труда и отдыха.

Опасные производственные факторы.

*1. Электрический ток.*

Поражения человека электрическим током возможно при замыкании электрической цепи через тело пострадавшего, опасность при поражении электрическим током представляет повышенное значение напряжения в электрической цепи. Одной из главных задач для достижения безопасности является обязательное заземление электрооборудования, а так же оснащение молниезащитой сооружений и зданий. Наиболее приоритетными мерами безопасности при работе с электрооборудованием является изоляция токопроводящих частей, защитное отключение, зануление, применение оградительных устройств. Правила по охране труда при использовании электроустановок изложены в Приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 июля 2013 г. N 328н "Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок".

*2. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.*

Наибольшая опасность от острых кромок возникает при производстве работ по резке и шлифовке оборудования. Для защиты от опасного производственного фактора предусмотрены средства индивидуальной защиты, включающие в себя комплект спецодежды, защитные перчатки и очки.

*3. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы.*

Основными источниками механических опасностей в процессе выполнения работ являются строительные машины и механизмы, создающие опасность в зоне проведения работ. Требования к организации безопасности во время работ движущихся машин и механизмов приведены в СНиП 12-03-2001.

					Социальная ответственность	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

#### 4. Пожаровзрывобезопасность.

При производстве работ на трубопроводе повышается вероятность возникновения пожара или взрыва. В соответствии с частью 1 статьи 5 ФЗ-123 каждый объект должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности, включающую в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, а также комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности. Главными мерами пожаробезопасности являются: взрывозащищенное оборудование либо оборудование во взрывозащищенном исполнении; наличие средств пожаротушения. Важным фактором является наличие средств для оказания медицинской помощи при ожогах, и других видов термического воздействия на организм человека, в том числе ожог дыхательных путей и внутренних органов.

Наиболее важными требованиями при производстве работ является техника безопасности. Не допускается присутствие посторонних лиц на месте проведения работ. К работе с приборами допускаются рабочие прошедшие проверку знаний по охране труда, электробезопасности, пожарно-технической безопасности, промышленной безопасности и имеющие соответствующие удостоверения, а также удостоверения по технике безопасности и рабочей специальности. Допускаются лица, достигшие 18 лет. Работники должны иметь спец. одежду и индивидуальные средства защиты. Весь персонал должен быть ознакомлен с техникой безопасности путем проведения инструктажей.

#### 6.2 Экологическая безопасность

##### **Вредные воздействия на окружающую среду и мероприятия по их снижению**

Технологические трубопроводы на территориях Самотлорского месторождений расположены в лесах, большая площадь которых представлена в виде болота и вечной мерзлоты. Из-за широкого распространения болот на севере Тюменской области, имеется большое количество разнообразных топь и озер. Так же, стоит отметить, такой фактор, как низкая среднегодовая

					Социальная ответственность	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



температура, которая характерна для исследуемого географического участка и составляет примерно  $-3,5^{\circ}\text{C}$ , этому способствует продолжительная зима и короткое лето.

Вредные воздействия такого инженерного сооружения, как трубопровод, на окружающую среду можно разделить на следующие этапы.

Первый этап – этап сооружения трубопроводов. При строительстве и прокладке объектов транспорта газа и нефти большую степень влияния на окружающую среду оказывают земляные работы.

Прямыми воздействиями земляных работ являются:

- Нарушение естественного рельефа в результате выполнения работ (отсыпка насыпи, рытье траншеи и др.);

- Захламление почв отходами строительных материалов, порубочными остатками;

- Нарушения микрорельефа в результате воздействия тяжелой строительной техники;

- Ухудшение физико-механических и химико-биологических свойств почвенного слоя;

Среди источников загрязнения воздушной среды при строительстве можно выделить:

- Выхлопные газы строительных машин;

- Сварочные аэрозоли от трубосварочных установок;

- Дым от двигателей;

Источниками загрязнения водных объектов являются:

- Стоки с площадок временного жилого поселка и технологических объектов;

Согласно вышеперечисленному, при строительстве трубопроводов основные вредные воздействия на окружающую среду возникают за счет техногенного воздействия, активация криогенных и эрозионных процессов, при необходимости деформации русел при переходах. Однако не маловажным

					Социальная ответственность	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

фактором являются возможные аварии при испытании линейной части, а также эмиссия вредных веществ при работе строительной техники.

Следующий этап – воздействия на окружающую среду при эксплуатации. При эксплуатации трубопроводов происходит загрязнение грунтов, поверхностных и подземных вод, приземного слоя атмосферы. Большую роль играет температура транспортируемого газа по трубопроводам, оказывающее непосредственное воздействие на грунт. При транспортировке по нормальному или горячему трубопроводу в зонах многолетней мерзлоты происходит протаивание грунтов вдоль трасс трубопроводов, при транспортировке по холодному трубопроводу, с отрицательной температурой транспортируемого вещества, напротив, происходит промораживание грунта, являющаяся причиной ожелезнения почв.

Одним из наиболее серьезных источников воздействия на окружающую среду представляют собой утечки на компрессорных станциях и линейной части. Образование утечек может происходить через негерметичные соединения трубопроводов, а также при аварийных выбросах. Возможной проблемой в случае разрыва трубопровода является вероятность возникновения взрыва, приводящая к возгоранию транспортируемого вещества.

Последствиями разрыва действующего нефте- и газопровода может стать разлив больших объемов нефти и нефтепродуктов на поверхности земли, попутно загрязняя водные объекты и атмосферу. Нефть и тяжелые нефтепродукты не представляют серьезной опасности в плане токсичности, однако высокое их содержание в почве резко снижает продуктивность и качество почв, снижается скорость окислительно-восстановительных реакций и ферментивная активность, с последующим ухудшением водно-физических свойств. Вышеописанные последствия от разрыва нефтепровода могут полностью вывести загрязненную почву из возможного дальнейшего использования в качестве плодородной земли. Степень загрязнения земель определяет нефтенасыщенность грунта или количество нефти впитавшейся в

грунт и зависит от влажности грунта. Загрязнение почвы влечет за собой серьезные последствия для почвенных бактерий, беспозвоночных почвенных микроорганизмов и животных, не способных в результате интоксикации фракциями нефти продолжать нормально–функционирующую деятельность или любую жизненную деятельность. Таким образом, загрязнение почвы отклоняет наземные биоценозы от естественного круговорота веществ и энергии в биосфере.

Воздействие на водные объекты не приводит к моментальному массовому гибели рыб, однако это происходит в долгосрочной перспективе. Наиболее уязвимыми живыми организмами в результате разлива нефти являются птицы, проводящие большую часть жизни на воде, вследствие загрязнения разрушается оперение, раздражаются слизистые оболочки, спутываются крылья. В отличие от обитателей водных объектов, в случае птиц могут происходить массовые гибели. Молодь рыб и личинки наиболее чувствительны к воздействию нефти, способная погубить икру и личинки, находящуюся ближе к поверхности воды.

Испарившиеся углеводороды со свободной поверхности разлившейся нефти будут загрязнять атмосферу.

Главным мероприятием для снижения вредных воздействий и риска возникновения аварий является своевременная экспертиза промышленной безопасности, проектировка, строительство и эксплуатация согласно требованиям нормативной документации, постоянный контроль, диагностика технического состояния, а так же проведение ремонтно-профилактических мероприятий на трубопроводе. Наиболее вероятны аварии на трубопроводах сроком эксплуатации более 30 лет, основной причиной возникновения аварий является коррозия на трубопроводе.

При обнаружении утечек, следует в установленном порядке герметизировать или провести необходимые ремонтно-профилактические работы. При аварии на линейной части следует приступить к устранению последствий аварий в как можно меньшие сроки.

					Социальная ответственность	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – это процесс возникновения, в течение короткого периода времени, экстремальных условий для человека, преодоление которых требует высокого уровня физической, физиологической, психологической, моральной адаптированности. В чрезвычайных ситуациях возникают экстремальные условия для человека.

Чрезвычайные ситуации подразделяют на техногенного, природного, биологического, социального или экологического характера.

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуации (ЧС) является техногенный или природный вид ЧС в зоне расположения нефте– или газопровода. Причинами чрезвычайных природных ситуаций могут стать землетрясения, сильные морозы и метели. При проявлении таких опасных явлениях происходит смещение опор или изменения профиля грунта, что в свою очередь служит увеличением напряжения металла трубопровода и может привести к образованию трещин, разгерметизации или полному разрыву трубопровода.

Однако наиболее вероятным и разрушительным видом чрезвычайной техногенной ситуации представляется пожар или взрыв. Пожарной безопасности при транспортировке, добычи, переработки и хранении легковоспламеняющихся, горючих и взрывчатых веществах уделяется наиболее возможное количество внимания. Вышеописанные меры позволяют уменьшить возможность возникновения ЧС, однако не гарантируют полного исключения вероятности возникновения пожаров или взрывов.

При возникновении утечки велика вероятность возникновения пожара в случаях: неправильной работы с электрооборудованием; обрыве проводов энергоснабжения; не соблюдении правил пожарной безопасности при огневых и ремонтных работах. Длительная эксплуатация трубопроводных систем, работающих непрерывно под нагрузкой, и во многих случаях в условиях агрессивных сред, может представлять повышенную опасность возникновения ЧС. Эти и другие неблагоприятные факторы могут привести к разрушению трубопроводов и возникновению пожаров. Пожары несут огромные

					Социальная ответственность	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

экономические ущербы, отрицательное воздействие на экологию, а также нежелательные человеческие жертвы.

При возникновении пожара работник должен незамедлительно сообщить в пожарную охрану о происходящем, непосредственному руководителю или оператору, а также принять по возможности меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей.

Важным моментов в организации противопожарной безопасности являются первичные средства пожаротушения. На трубопроводных объектах должны быть инвентарные описи закрепленного за каждым сооружением пожарного инвентаря и оборудования и правила пользования ими. Первичные средства пожаротушения следует размещать вблизи мест наиболее вероятного их применения, на виду, с обеспечением к ним свободного доступа, по согласованию с пожарной охраной. Ручные огнетушители должны размещаться в легкодоступных и заметных местах методами навески на пожарные щиты, стенды, на вертикальные конструкции на высоте не более 1,5 м от уровня пола до нижнего торца (днища) огнетушителя и на расстояние от двери, достаточном для ее полного открывания; установки в пожарные шкафы совместно с пожарными кранами или в специальные тумбы. Огнетушители, ящики с песком, бочки с водой, ведра, щиты, шкафы и инвентарь должны иметь окраску в соответствии с требованиями ГОСТ.

Для каждого пожаровзрывоопасного объекта, а также для всей организации должны быть разработаны планы ликвидации возможных аварий и планы тушения пожаров – в дальнейшем планы быстрого реагирования.

Планы быстрого реагирования включают: подробное изложение действий должностных лиц производственных и объектовых подразделений по организации оповещения, сбора и сосредоточения на месте аварии и (или) пожара необходимого количества сил и средств, проведение первоочередных аварийно-спасательных работ и (или) тушения пожара, а также взаимодействия с привлекаемыми для этих целей сторонними подразделениями.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

Указанные планы согласовываются с объектовой комиссией по чрезвычайным ситуациям и утверждаются руководителем (главным инженером) организации. Первоочередные аварийно-спасательные работы включают действия по спасению людей, локализации или ликвидации аварий, защите обслуживающего персонала и населения от опасных факторов в условиях аварий и (или) пожара и могут выполняться с привлечением имеющихся на данном трубопроводном объекте сил и средств.

При возникновении аварии, угрожающей взрывом или пожаром, руководитель трубопроводного объекта (цеха) или другое ответственное лицо, обязаны объявить о вводе на трубопроводном объекте (цехе) аварийного режима и задействовании планов ПБР, доложить об этом диспетчеру и руководителю организации.

Имеющимися силами и средствами необходимо:

- прекратить работу производственного оборудования или перевести его в режим, обеспечивающий локализацию или ликвидацию аварии или пожара;
- оказать первую помощь пострадавшим при аварии или пожаре, удалить из помещения за пределы цеха или из опасной зоны наружных установок всех рабочих и инженерно-технических работников, не занятых ликвидацией аварии или пожара. Доступ к месту аварии или пожара до их ликвидации должен производиться только с разрешения начальника цеха или руководителя аварийных работ;
- в случае угрозы для жизни людей немедленно организовать их спасение, используя для этого все имеющиеся силы и средства;
- вызвать пожарную часть, газоспасательную и медицинскую службы и привести в готовность средства пожаротушения;
- на месте аварии или пожара и на смежных участках прекратить все работы с применением открытого огня и другие работы, кроме работ, связанных с мероприятиями по ликвидации аварии или пожара;

					Социальная ответственность	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- принять все меры к локализации и ликвидации аварии или пожара с применением защитных средств и безопасных инструментов;
- удалить по возможности ЛВЖ и ГЖ из резервуаров и аппаратов, расположенных в зоне аварийного режима, понизить давление в аппаратах;
- при необходимости включить аварийную вентиляцию и производить усиленное естественное проветривание помещений;
- на месте аварии при наличии газоопасных зон и на соседних участках запретить проезд для всех видов транспорта, кроме транспорта аварийных служб, до полного устранения последствий аварии;
- при необходимости вызвать дополнительные силы и средства;
- обеспечить защиту людей, принимающих участие в тушении пожара, от возможных выбросов горячей нефти, обрушений конструкций, поражений электрическим током, отравлений, ожогов;
- одновременно с тушением пожара производить охлаждение конструктивных элементов зданий, резервуаров и технологических аппаратов, которым угрожает опасность от воздействия высоких температур;
- при необходимости принять меры по устройству обвалований против разлива ЛВЖ и ГЖ и по откачке нефти из горящего резервуара.

Другие мероприятия по ликвидации аварии или пожара в каждом отдельном случае определяются руководителем работ по ликвидации аварии, исходя из создавшегося положения и с соблюдением мер пожарной безопасности и техники безопасности.

Для предотвращения такого рода чрезвычайных ситуаций, необходимо производить диагностику трубопроводов и осуществлять экспертизу промышленной безопасности, а так же следовать требованиям пожарной безопасности и своевременно сообщить об угрозе возникновения пожара.

#### **6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Вопросы о безопасной эксплуатации трубопроводов, порядок проведения работ, а также требования безопасности при их проведении

					Социальная ответственность	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

установлены в руководстве по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» (утв. приказом федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 784 от 27 декабря 2012 года), ГОСТ 32569-2013 «Трубопроводы технологические стальные. Требования к устройству и эксплуатации на взрывопожароопасных и химически опасных производствах», РД 39-132-94 «Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов», Федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (утв. приказом № 101 от 12 марта 2013 года (с изменениями от 31 декабря 2014 года)).

К выполнению работ допускаются лица, не имеющие противопоказаний по возрасту и полу, прошедшие медицинский осмотр и признанные годными к выполнению данных работ, прошедшие обучение безопасным методам и приемам работ, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте, а также проверку знаний требований охраны труда.

К работникам, выполняющим работы в условиях действия опасных производственных факторов, связанных с характером работы, предъявляются дополнительные требования безопасности (перечень таких профессий и видов работ должен быть утвержден в организации в соответствии с законодательством).

Проведение работ повышенной опасности (огневых, газоопасных и других, в том числе в случаях ликвидации аварий, инцидентов) разрешается только по наряду-допуску, распоряжению или с записью в журнале учета газоопасных работ, проводимых без наряда-допуска.

При проведении экспертизы промышленной безопасности должны соблюдаться требования безопасности и охраны труда, действующие на предприятии, где проводятся работы. Персонал, проводящий работы по экспертизе промышленной безопасности, должен быть проинструктирован по

					Социальная ответственность	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



технике безопасности в установленном порядке.

До начала проведения работ по экспертизе промышленной безопасности приказом по предприятию назначаются эксперты и дефектоскописты. Не допускается присутствие посторонних лиц на месте проведения работ.

Эксперты и дефектоскописты до начала проведения работ по экспертизе технологических трубопроводов должны пройти проверку знаний по охране труда, электробезопасности, по пожарно техническому минимуму (для рабочих, не связанных с огневыми работами), по правилам промышленной безопасности и иметь при себе соответствующие удостоверения.

К работам по обследованию и неразрушающему контролю трубопроводов допускаются работники, обученные и аттестованные в установленном порядке, имеющие удостоверения по технике безопасности и рабочей специальности.

Работы по экспертизе трубопроводов должны производиться при благоприятных метеорологических условиях и только в светлое время суток.

На территорию предприятия, где проводится проверка технических устройств допускаются лица, достигшие восемнадцатилетнего возраста.

Работники экспертной организации должны иметь спец. одежду, индивидуальные средства защиты, соответствующие требованиям, установленным на предприятии, где проводится проверка.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

## Заключение

Произведен анализ эффективности методов диагностики технического состояния. Произведен теоретический обзор процесса проведения очистки трубопровода, внутритрубной диагностики, а также методов дополнительного диагностического контроля. Проанализирована и обоснована необходимость применения каждого процесса при проведении экспертизы промышленной безопасности для обеспечения безопасности и надежности при транспортировке нефти и нефтепродуктов на месторождениях, расположенных на территории Ханты-Мансийского автономного округа. Проанализирован метод обнаружения дефектов, с применением двух приборов в комплексе.

Предложено использование матричной модели представления данных и знаний в области обеспечения надежности и безопасности при транспортировке нефти и нефтепродуктов для диагностики технического состояния и конструирование прикладной интеллектуальной системы диагностики технического состояния трубопровода на основе ИИС ИМСЛОГ. Произведена систематизация и структуризация данных для формирования матричной модели представления данных и знаний. Сформировано характеристическое и классификационное признаковое пространство для исследуемой проблемной области. Обосновано решения с использованием средств когнитивной графики для динамического процесса. Конструируемая интеллектуальная система, позволит осуществить постоянный контроль состояния исследуемого объекта; Возможность формирования прогнозов преждевременных отказов. Конструируемая ИС позволит выявить наиболее эффективные методы диагностики трубопровода, а также наиболее целесообразный метод ремонта.

На основе анализа современного состояния исследований в области диагностики технического состояния трубопровода впервые предложено использование матричной модели представления данных и знаний в области

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов дожимной насосной станции			
Разраб.		Травков А.Ю.			Заключение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.					79	88
Консульт.						Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ6Б		
Рук-ль ООП		Бурков П.В.						

обеспечения надежности и безопасности при транспортировке нефти и нефтепродуктов, сформировано характеристическое и классификационное признаковое пространство и рекомендовано создание ИС ДТСТ, предназначенной для выявления различного рода закономерностей между параметрами трубопровода, гидродинамики транспортируемого в нём вещества и окружающей среды, влияющими на техническое состояние, а также для принятия и обоснования решения по диагностике технического состояния трубопровода. Для конструирования ИС ДТСТ обоснована целесообразность использования ИИС ИМСЛОГ [4], основанного на матричном представлении данных и знаний и предназначенного для выявления закономерностей и принятия решений. Разрабатываемая ИС ДТСТ позволит оперативно и при меньших стоимостных затратах продиагностировать состояние трубопровода, определить эффективные мероприятия по результатам диагностики технического состояния. Это позволит компании, обслуживающей трубопровод, оперативно реагировать на любые изменения в нём при принятии диагностических решений по диагностике технического состояния и исключению возможных аварийных ситуаций.

Создаваемая ИС ДТСТ может быть применена на предприятиях, а также использована в целях обучения специалистов в области обеспечения надежности и безопасности трубопроводного транспорта.

					Заключение	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### Список публикаций студента

1. Демченко Е. В. Подготовка газа на промысле. Принцип расчета вертикального масляного пылеуловителя. Циклонный пылеуловитель (конструкция, принцип действия, алгоритм расчета) / Е. В. Демченко, А. Ю. Травков ; науч. рук. С. Н. Харламов // Проблемы геологии и освоения недр : труды XXI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М. И. Кучина, Томск, 3-7 апреля 2017 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2017. — Т. 2. — С. 707-708
2. Янковская А.Е. Травков А.Ю. Матричная модель представления данных и знаний для выявления закономерности режима течения жидкости в трубопроводе в зависимости от параметров гидродинамики// III международная конференция и молодежная школа «информационные технологии и нанотехнологии» ИТНТ – 2017, г. Самара. 25-27 апреля 2017 г. – С. 1826-1830
2. Травков А. Ю. Основы построения интеллектуальной системы диагностики режимов течения жидкости в трубопроводе / А. Ю. Травков ; науч. рук. А. Е. Янковская // Перспективы развития фундаментальных наук : сборник научных трудов XIV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 25-28 апреля 2017 г. : в 7 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2017. — Т. 3 : Математика. — С. 95-97
3. Yankovskaya A., Travkov A. Matrix model of data and knowledge presentation to revealing regularities of the fluid flow regime in a pipeline based on hydrodynamics parameters //CEUR Workshop Proceedings. 2017. Т. 1903. С. 54-58.

					Определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов дожимной насосной станции						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Список публикаций студента						
Разраб.		Травков А.Ю.							Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.								81	88
Консульт.									Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ6Б		
Рук-ль ООП		Бурков П.В.									

4. Травков А. Ю. Основы построения интеллектуальной системы диагностики технического состояния трубопроводов// А. Ю. Травков ; науч. рук. А. Е. Янковская // Перспективы развития фундаментальных наук : сборник научных трудов XV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 24-27 апреля 2018 г. — Томск : Изд-во ТПУ, 2018. — Т. 3 : Математика.

5. Yankovskaya A., Travkov A bases of intelligent system construction of the pipeline technical condition diagnostics// Journal of Physics: Conference Series.

					Список публикаций студента	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

### Список Литературы

1. ГОСТ Р 56542-2015 «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов». – М.: Стандартинформ, 2016. – 15 с.
2. ГОСТ Р 55809-2013 «Контроль неразрушающий. Дефектоскопы ультразвуковые. Методы измерений основных параметров». – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2013. – 20 с
3. РД 39-132-94 «Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов», утвержден Минтопэнерго РФ, 30.12.1993– 357 с.
4. Yankovskaya A.E. IMSLOG-2002 Software Tool for Supporting Information Technologies of Test Pattern Recognition/ A.E. Yankovskaya, A.I. Gedike, R.V. Ametov, A.M. Bleikher// Pattern Recognition and Image Analysis. – 2003. – Vol. 13. – No. 4. – pp. 650-657.
5. Yankovskaya A.E. On the Question of the Development and Application of Intelligent Biomedical Systems/ A.E. Yankovskaya, N.N. Il'inskikh // Pattern Recognition and Image Analysis. – 1998. – Vol. 8, No. 3. – pp. 470-472.
6. Yankovskaya A.E. An Automaton Model, Fuzzy Logic, and Means of Cognitive Graphics in the Solution of Forecast Problems/ A.E. Yankovskaya// Pattern Recognition and Image Analysis. – 1998. – Vol. 8, No. 2. – pp. 154-156.

					Определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов дожимной насосной станции						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Список литературы						
Разраб.		Травков А.Ю.							Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А.							83	89	
Консульт.									Отделение нефтегазового дела Группа 2БМ6Б		
Рук-ль ООП		Бурков П.В.									

7. Rocher G. Real-time Recognition of ECG by Using Powerful Information and Communication Technology for Intelligent Monitoring of Risk Patients/ G. Rocher, A. Brattstrum, S. Gho, F. Francenson, H. Hintricus, R. Mauser, M. Packianather, G. Pogrzeba, A. Yankovskaya, V. Zvegintsev. // Application, Trends, Visions, VDE World Microtechnologies (MICRO.tech 2000). Proceedings of International Congress. Vol. 2. – ISBN 3-8007-2579. – Hannover, Germany, 2000 – pp. 759-762.
8. Yankovskaya A.E. IMSLOG-2002 Software Tool for Supporting Information Technologies of Test Pattern Recognition/ A.E. Yankovskaya, A.I. Gedike, R.V. Ametov, A.M. Bleikher // Pattern Recognition and Image Analysis. – 2003. – Vol. 13. – No. 2. – pp. 243-246.
9. Ryumkin A. Intelligent Expansion of the Geoinformation System/ A. Ryumkin, A. Yankovskaya // The 6th German-Russian Workshop "Pattern Recognition and Image Understanding" OGRW-6-2003, Workshop proceedings. – Novosibirsk, Russian Federation, 2003. – pp. 202-205.
10. Yankovskaya A.E., Chernogoryuk G.E., Muratova E.A. Intelligent Test Recognizing Biomedical System// The 6th German-Russian Workshop "Pattern Recognition and Image Understanding" OGRW-6-2003, Workshop proceedings. – Novosibirsk, Russian Federation, 2003. – pp. 248-251.
11. Yankovskaya A.E. Intelligent system for knowledge estimation on the base of mixed diagnostic tests and elements of fuzzy logic/ A.E. Yankovskaya, M.E. Semenov// Proceedings of the IASTED International Conference Technology for Education (TE 2011) December 14 - 16, 2011 Dallas, USA. – Pp. 108-113.
12. Yankovskaya A. Mental Disorder Diagnostic System Based on Logical-Combinatorial Methods of Pattern Recognition / A. Yankovskaya, S. Kitler // Computer Science Journal of Moldova, vol.21, no.3(63), 2013. – pp. 391-400.
13. Yankovskaya A.E. Bases of intelligent system creation of decision-making support on road-climatic zoning / A.E. Yankovskaya, A. Yamshanov // Pattern Recognition and Information Processing (PRIP'2014): Proceedings of the 12th

International Conference (28–30 May 2014, Minsk, Belarus). – Minsk : UIIP NASB, 2014. – 340 p., p. 311-315.

14. Yankovskaya A.E. Structurization of data and knowledge for the information technology of road-climatic zoning / A.E. Yankovskaya, S. Efimenko, D. Cherepanov // Applied Mechanics and Materials . – Vol. 682. – 2014. – pp. 561-568.
15. Yankovskaya A.E. Intelligent Information Technology in Education / A.E. Yankovskaya, Y. Dementyev, D. Lyapunov, A. Yamshanov. // Information Technologies in Science, Management, Social Sphere and Medicine (ITSMSSM-2016), Atlantis Press Publishing. – pp. 17-21.
16. Yankovskaya A.E. On a Question of the Information Technology Construction Based on Self-learning Medicine Intelligent System / A.E. Yankovskaya, I. Gorbunov, I. Hodashinsky, G. Chernogoryuk. // Information Technologies in Science, Management, Social Sphere and Medicine (ITSMSSM-2016), Atlantis Press Publishing. – pp. 22-28.
17. Yankovskaya A. E. Construction of Hybrid Intelligent System of Express-Diagnostics of Information Security Attackers Based on the Synergy of Several Sciences and Scientific Directions / A.E. Yankovskaya, A.A. Shelupanov, V.G. Mironova // Pattern Recognition and Image Analysis, 2016, Vol. 26, No. 3, pp. 524–532.
18. Yankovskaya A., Travkov A. Matrix model of data and knowledge presentation to revealing regularities of the fluid flow regime in a pipeline based on hydrodynamics parameters //CEUR Workshop Proceedings. 2017. Т. 1903. С. 54-58.
19. Янковская А.Е. Логические тесты и средства когнитивной графики. – Saarbrucken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. – 92 с.
20. Паспорт программы инновационного развития ПАО «Транснефть» на период 2017-2021 годы/ 2017. – 18 с.

					Список литературы	Лист
						85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



- 21.РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю».  
– М.: Госгортехнадзор России, 2003. – 54 с.
- 22.Приказ № 538 от 14 ноября 2013 года об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности». – М.: Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, 2013. – 33 с.
- 23.Федеральный закон № 116-ФЗ от 21 июля 1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
- 24.Приказ № 101 от 12 марта 2013 года Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности».
- 25.Приказ № 538 от 14 ноября 2013 года об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности».
- 26.Руководство по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» (утв. приказом федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 784 от 27 декабря 2012 года).
- 27.ГОСТ Р 55611-2013 «Контроль неразрушающий вихретоковый. Термины и определения». – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2013. – 16 с.
- 28.Травков А. Ю. Определение технического состояния линейной части технологических трубопроводов дожимной насосной станции Самотлорского нефтяного месторождения : дипломный проект / А. Ю. Травков ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра транспорта и хранения нефти и газа (ТХНГ) ; науч. рук. Н. А. Антропова. — Томск, 2016. – 129 с.
- 29.ГОСТ Р 55725-2013 «Контроль неразрушающий. Преобразователи ультразвуковые пьезоэлектрические. Общие технические требования».

					Список литературы	Лист
						86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 30.ГОСТ Р 55809-2013 «Контроль неразрушающий. Дефектоскопы ультразвуковые. Методы измерений основных параметров».
- 31.ГОСТ Р 55614-2013 Контроль неразрушающий. Толщиномеры ультразвуковые. Общие технические требования. М.: стандаринформ, 2014г 12с
- 32.ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые М.: стандаринформ, 2014г – 27с
- 33.ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования (с Изменениями N 1, 2)
- 34.ГОСТ Р 56512-2015 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. Типовые технологические процессы
- 35.РДИ 38.18.017-94 «Инструкция по магнитопорошковому контролю оборудования и сварных соединений».
- 36.Янковская А.Е. построение k-значных диагностических тестов в интеллектуальной системе с матричным представлением знаний // Сборник научных трудов VI Национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-98). Т.1. –1998. – С. 264–269
- 37.Янковская А.Е. Принятие решений, устойчивых к ошибкам измерения значений признаков в интеллектуальных системах // Искусственный интеллект. Интеллектуальные системы (ИИ-2009). Материалы X Международной научно-технической конференции. – Таганрог : Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. –С. 127–130.
- 38.Воробьев Ю.Л. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов / Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов. – М.: Ин-октаво, 2005. – 368 с.
- 39.ГОСТ 12.0.003-15 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- 40.ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

					Список литературы	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 41.ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
- 42.ГОСТ 12.1.008-76 Биологическая безопасность. Общие требования.
- 43.ГОСТ 12.1.018-93 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования
- 44.ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
- 45.ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление
- 46.ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
- 47.ГОСТ 12.4.026-2015 ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний
- 48.ГОСТ 12.4.124-83 ССБТ. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.
- 49.ГОСТ 12.4.125-83 ССБТ. Средства коллективной защиты работающих от воздействий механических факторов.
- 50.ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
- 51.ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.
- 52.ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.
- 53.СанПиН 2.2.4-548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 54.Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.

					Список литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

## **Приложение А Таблица характеристических признаков**

**Приложение Б**  
(справочное)

Раздел

---

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ6Б	Травков А.Ю.		

Консультант отделения ОНД ИШПР :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Антропова Н.А.	к.г.-м.н., доцент		

Консультант – лингвист отделения ИШПР :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Коротченко Т.В.	к.ф.н., доцент		

## **Introduction**

This scientific research work a new solution in the problem area of pipeline technical condition diagnostics is considered. The solution uses an artificial intelligent system to recognize the patterns and make decisions. We introduce new matrix model comprised of two matrixes to represent data and knowledge.

Intelligent system for the pipeline technical condition diagnostics (IS PTCD) will allow to reveal different types of regularities in data and knowledge on the base of the features that influence on the technical condition of the pipeline and, as well as make-decisions of the diagnostic and repair- prophylactic character. IS PTCD is essentially useful for the engineers in the problem area of pipeline-transported substance for decision-making and its justification with using cognitive tools, as well as for research activities and also for student training programs in the problem area.

Fast high precision computer systems of pipeline technical condition diagnostics are vital to maintain pipes because an inadequate non-destructive testing method could disturb or even disrupt industrial processes, cause accidents and other undesirable, highly expensive and time consuming consequences. However, it has been shown [1–3] that existing diagnostic programs do not take into account all possible parameters when choosing a control method. This issue is of great importance to for examination of oil pipes industrial safety because transportation of hydrocarbons is very dangerous process that requires continuous monitoring.

It is well known fact that technical condition can be described with a set of parameters shaping the behavior of pipeline. The exact prediction depends on quite a few parameters, such as density, pressure, life time, type of pipeline laying, etc.

Taking into consideration all these factors, especially a large number of parameters influencing of pipeline technical condition, it becomes clear that modern computers should be used to study interconnections between these parameters of the pipeline, hydrodynamics, environment, and support diagnostic decisions on the technical condition diagnostics. It seems important to develop Intelligent system for

the pipeline technical condition diagnostics intended to recognize certain patterns and support a decision making process.

In contrast to the modeling methods described in the papers [4-7], proposed IS PTCD is being developed specifically for oil transportation pipes.

Laboratory for intelligent systems, Tomsk State University of Architecture and Building (TSUAB), under A.E. Yankovskaya's supervision has developed three proprietary intelligent development tools to build applications for different areas, such as geology, geoecology, medicine, ecology, electronics, psychology and other, more than 30 applications overall. These development tools and intelligent systems are based on testing methods for pattern recognition and intended to discover regularity of parameters and support decision making process. The tools also could help make and reason decisions using cognitive approach. Therefore, the proposed IS PTCD could be effectively developed with the existing tools.

In 2016 a article proposes was presented on Prediction of Students' Learning Results with Usage of Mixed Diagnostic Tests and 2-simplex Priest. The application of mixed diagnostic tests (MDT) and 2-simplex cognitive tool to estimate current level of students' knowledge based on intelligent instrumental software (IIS) IMSLOG, aimed at revealing different types of regularities in data and knowledge, decision-making and its justification with using cognitive tools, is shown.

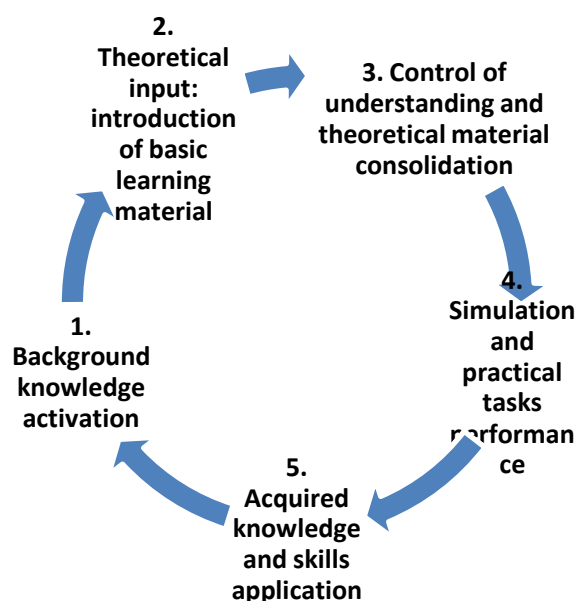


Fig. 1. Reflection cycle

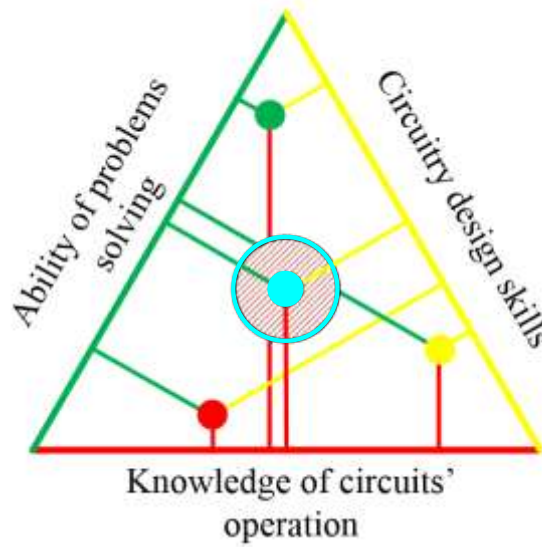


Fig. 2. Using 2-simplex cognitive tool to estimate current level of students' knowledge.

It can be argued on the basis of the ongoing research that it would be advisable to build an intelligent system for diagnosing the technical condition of the pipeline on the basis of the intelligent instrumental software (IIS) IMSLOG, aimed at revealing different types of regularities in data and knowledge, decision-making and its justification with using cognitive tools, is shown.

### Matrix model to represent data and knowledge

The IS PTCD, currently being developed, rests on the matrix model of data and knowledge [7]. The matrix model includes an integer matrix of descriptions  $\mathbf{Q}$  and matrix of distinctions  $\mathbf{R}$  [7]. They represent a learning sample with objects belonging to the known (determined by experts) patterns.

The rows of the matrix  $\mathbf{Q}$  correspond to the learning objects  $s_i$  ( $i = \overline{1, N}$ , where  $N$  is a number of the objects), columns correspond to the featured parameters  $z_j$  ( $j = \overline{1, M}$ , where  $M$  is a number of the parameters representing the whole description of each object). The element  $q_{i,j}$  of the matrix  $\mathbf{Q}$  is assigned to the parameter  $j$  of the object  $i$ .



Two matrixes, **Q** and **R**, form a matrix model to represent data and knowledge [7]. The integer matrix of descriptions **Q** stores  $k$ -dimensional featured parameters  $z_1, \dots, z_m$ , while the integer matrix of distinctions **R** describes division of the objects into classes for each classification mechanism. If some parameters are not essential for the object, this fact is marked with "-" sign in the corresponding cell of the matrix **Q**. Each parameter  $z_j$  ( $j \in \{1, 2, \dots, m\}$ ) is given either as an interval of values or as an integer.

The rows of the matrix **R** are assigned to the rows of the matrix **Q**, whereas columns correspond to the classification parameters  $k_j$  ( $j = \overline{1, L}$ , where  $L$  is a number of the classification mechanisms dividing the learning sample into equivalent classes).

The element  $r_{i,j}$  of the matrix **R** assigns object  $i$  to a certain class through its number according to the classification mechanism  $j$ .

Objects with same combination of the classification parameters  $k_j$ , corresponding to a certain final solution, belong to the same pattern. This means that a number of patterns are equal to a number of non-repeating rows of the matrix **R** and equal as well to the subset of the rows from the matrix **Q** assigned to the same rows from the matrix **R**. These mutually assigned rows describe patterns.

It is worth to mention that proposed model allow us to represent not only data but also experts' knowledge, because one row of the matrix **Q** describes subset of the similar objects with parameters given as intervals or "-" signs. All these objects have the same final solution given by the corresponding row from the matrix **R**.

Figure 1 shows an example of matrix representation of data and knowledge.

$$\begin{array}{c}
 \begin{matrix} z_1 & z_2 & z_3 & z_4 & z_5 & z_6 & z_7 & z_8 \\
 \mathbf{Q} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & - & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 - & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 - & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\
 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 3 & 1 & 1 \\
 - & - & 1 & - & 2 & 4 & 1 & 0 \\
 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 0 \\
 0 & 1 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 0 \\
 1 & - & 1 & 1 & 3 & 4 & 0 & 1 \\
 - & 1 & 1 & - & 4 & 2 & 2 & 1 \\
 1 & 1 & 0 & 1 & 4 & 4 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
 \end{matrix} \\
 \begin{matrix} k_1 & k_2 \\
 \mathbf{R} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\
 1 & 1 \\
 1 & 2 \\
 1 & 2 \\
 2 & - \\
 2 & - \\
 2 & - \\
 2 & - \\
 3 & - \\
 3 & - \\
 3 & - \end{bmatrix} \\
 \end{matrix} \\
 \begin{matrix} \mathbf{R}' = \begin{bmatrix} 1 \\
 1 \\
 2 \\
 2 \\
 3 \\
 3 \\
 3 \\
 3 \\
 4 \\
 4 \\
 4 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 1 \\
 2 \\
 3 \\
 4 \\
 5 \\
 6 \\
 7 \\
 8 \\
 9 \\
 10 \end{bmatrix} \\
 \end{matrix}
 \end{array}$$

**Fig. 3.** An example of descriptive matrix **Q** and differentiation matrixes **R** and **R'**.

One of the most important tools to analyze data and knowledge [7] are diagnostic tests, e.g. tests which can distinguish objects from different patterns [7] discovered in data and knowledge. These tests are used in intelligent systems based on test pattern recognition methods.

The regularities in knowledge could be described as subsets of the following parameters: constant, stable (constant within a pattern), non-informative (distinguishes no one single pair of the objects), alternative (included into diagnostic tests), dependent (includes subsets of different pairs of the objects), non-essential (not included into irredundant diagnostic tests), obligatory (included into all irredundant diagnostic tests) quasi-obligatory (included into set of irredundant diagnostic tests but not obligatory), as well as all minimal and irredundant (or at least a majority of them if the parametric space is too large) distinguishable subsets of parameters. The minimal and irredundant subsets form minimal and irredundant diagnostic tests correspondingly. One more type of regularity is fault-tolerant irredundant diagnostic tests proved to be resistant against measuring and typing errors. Irredundant and fault-tolerant irredundant diagnostic tests both feature using all parameters of the object at the same time [7].

Data and knowledge in pipeline parameters was structured according to the proposed matrix model to diagnose technical condition. We illustrate data and knowledge structure briefly with fragments extracted from matrices of description and distinctions.

$$Q = \begin{matrix} & z_1 & z_2 & z_3 & z_4 & z_5 & z_6 & z_7 & z_8 & z_9 \\ \begin{matrix} 2 \\ 2 \\ 2 \\ 3 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 1 \\ 1 \\ 2 \end{matrix} & \begin{matrix} 3 \\ 3 \\ 2 \\ 3 \\ 3 \\ 2 \\ 2 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \end{matrix} & \begin{matrix} 2 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \end{matrix} & \begin{matrix} 5 \\ 5 \\ 4 \\ 6 \\ 6 \\ 5 \\ 6 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \end{matrix} & \begin{matrix} 6 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \\ 6 \\ 6 \\ 6 \\ 5 \\ 5 \end{matrix} & \begin{matrix} 1 \\ 9 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 6 \\ 5 \\ 8 \\ 1 \\ 1 \end{matrix} & \begin{matrix} 3 \\ 2 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 6 \\ 3 \\ 8 \\ 8 \\ 3 \end{matrix} & \begin{matrix} 8 \\ 2 \\ 8 \\ 8 \\ 4 \\ 3 \\ 8 \\ 1 \\ 1 \\ 8 \end{matrix} & \begin{matrix} 5 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \end{matrix} \end{matrix}$$

$$R_2 = \begin{matrix} & k_1 & k_2 \\ \begin{matrix} 4 \\ 3 \\ 5 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 5 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 4 \end{matrix} & \begin{matrix} - \\ - \\ - \\ - \\ - \\ - \\ - \\ - \\ - \\ - \\ - \end{matrix} & \begin{matrix} \text{ultrasonic flaw detection} & \text{weld seam} \\ \text{ultrasonic thickness measurement (UTM)} & \\ \text{eddy current control} & \text{weld seam} \\ & \text{UTM} \\ & \text{UTM} \\ \text{eddy current control} & \text{weld seam} \\ \text{UTM, replacement of the pipeline section} & \\ \text{UTM, replacement of the pipeline section} & \\ \text{UTM, replacement of the pipeline section} & \\ \text{ultrasonic flaw detection} & \text{weld seam} \end{matrix} \end{matrix}$$

## **Conclusion**

For the first time, we propose to develop an intelligent system intended to diagnose in a pipe. This system focuses on discovering regularities in between the parameters of the pipeline, hydrodynamics, environment determining technical condition. The proposed system also support making and reasoning decisions on methods of pipeline diagnostics and repair.

We also showed that matrix model to represent data and knowledge could be effectively used in our intelligent system to diagnostics technical condition of pipeline.

For the first time new parametric space according to the proposed matrix model has been formed; data and knowledge about technical condition have been structured; parameters with real values have been transformed into integers; the illustrative example representing partial description of data and knowledge in a matrix form has been given.

The IS PTCDD allows a maintaining company to react fast on almost any changes inside the pipe when certain measures to control flow and prevent accidents are undertaken. This system also could be used in industry, research and professional training courses on safety in the transportation of hydrocarbons.